

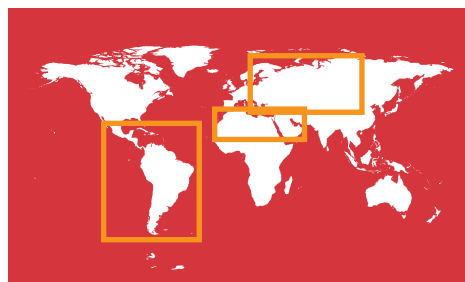
# 4° Убавьте ТЕПЛО

Лицом к лицу  
с новой климатической нормой



# 4° Убавьте ТЕПЛО

Лицом к лицу  
с новой климатической нормой



© 2014 International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank  
1818 H Street NW, Washington DC 20433  
Telephone: 202-473-1000; Internet: [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)

Some rights reserved

1 2 3 4 17 16 15 14

This work was prepared for The World Bank by the Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Analytics. The findings, interpretations, and conclusions expressed in this work do not necessarily reflect the views of The World Bank, its Board of Executive Directors, or the governments they represent. The World Bank does not guarantee the accuracy of the data included in this commissioned work. The boundaries, colors, denominations, and other information shown on any map in this work do not imply any judgment on the part of The World Bank concerning the legal status of any territory or the endorsement or acceptance of such boundaries.

Nothing herein shall constitute or be considered to be a limitation upon or waiver of the privileges and immunities of The World Bank, all of which are specifically reserved.

### Rights and Permissions



This work is available under the Creative Commons Attribution—NonCommercial—NoDerivatives 3.0 IGO license (CC BY-NC-ND 3.0 IGO) <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo>. Under the Creative Commons—NonCommercial—NoDerivatives license, you are free to copy, distribute, and transmit this work, for noncommercial purposes only, under the following conditions:

**Attribution**—Please cite the work as follows: World Bank. 2014. *Turn Down the Heat: Confronting the New Climate Normal*. Washington, DC: World Bank. License: Creative Commons Attribution—NonCommercial—NoDerivatives 3.0 IGO (CC BY-NC-ND 3.0 IGO).

**Noncommercial**—You may not use this work for commercial purposes.

**No Derivative Works**—You may not alter, transform, or build upon this work.

**Third-party content**—The World Bank does not necessarily own each component of the content contained within the work. The World Bank therefore does not warrant that the use of any third-party-owned individual component or part contained in the work will not infringe on the rights of those third parties. The risk of claims resulting from such infringement rests solely with you. If you wish to re-use a component of the work, it is your responsibility to determine whether permission is needed for that re-use and to obtain permission from the copyright owner. Examples of components can include, but are not limited to, tables, figures, or images.

All queries on rights and licenses should be addressed to the Publishing and Knowledge Division, The World Bank, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, USA; fax: 202-522-2625; e-mail: [pubrights@worldbank.org](mailto:pubrights@worldbank.org).

The following items are used with permission and require further permission for reuse. Please refer to the caption or note corresponding to each item:

Figures 2.2, 2.4, 2.9, 3.10, 3.14, 3.15, 3.21, 4.13, 4.14, 4.19, 4.21, 4.22, 5.11, 5.12, 5.13, 5.14, 5.15, 5.16, 5.17, 5.18, 5.19, 5.20, 5.21.

ISBN: 978-1-4648-0437-3

**Cover photos:** photos 1, 2, 3, 5, and 7 © The World Bank Group; photo 4 (forestry), © istockphoto, used with permission, further permission for reuse; photos 6 and 8, © Erick Fernandes (floating houses in Peru and jaguar in Amazon)/The World Bank Group.

**Cover design:** Gregory Wlosinski/General Services Department—Printing and Multimedia, The World Bank Group.



# Латинская Америка и Карибский бассейн

Регион Латинской Америки и Карибского бассейна характеризуется богатым многообразием ландшафтов и экосистем. Регион весьма неоднороден в плане экономического развития, социальной истории и истории коренного населения. Это также один из наиболее урбанизированных регионов мира. В регионе Латинской Америки и Карибского бассейна изменение температуры и количества осадков, экстремальная жара и таяние ледников окажут неблагоприятное воздействие на продуктивность сельского хозяйства, гидрологические режимы и биоразнообразие. В Бразилии в отсутствие дополнительных мер адаптации повышение температуры на 2 °С может привести к снижению урожайности соевых бобов на 30–70 процентов, а пшеницы – на 50 процентов. Подкисление океана, повышение уровня моря и усиление интенсивности тропических циклонов негативно отразятся на средствах жизнеобеспечения, а также поставят под угрозу продовольственную безопасность и безопасность водоснабжения для населения прибрежных районов, в частности в странах Карибского бассейна. Серьезную угрозу для местной продовольственной безопасности создает прогнозируемое снижение потенциальных уловов рыбы. Последствия сокращения и изменения в водообеспеченности будут особенно суровыми для городов, расположенных в Андах. Тропическим лесам Амазонии может грозить широкомасштабная деградация, которая приведет к увеличению концентрации двуокси углерода в атмосфере и изменению местных и региональных гидрологических режимов.

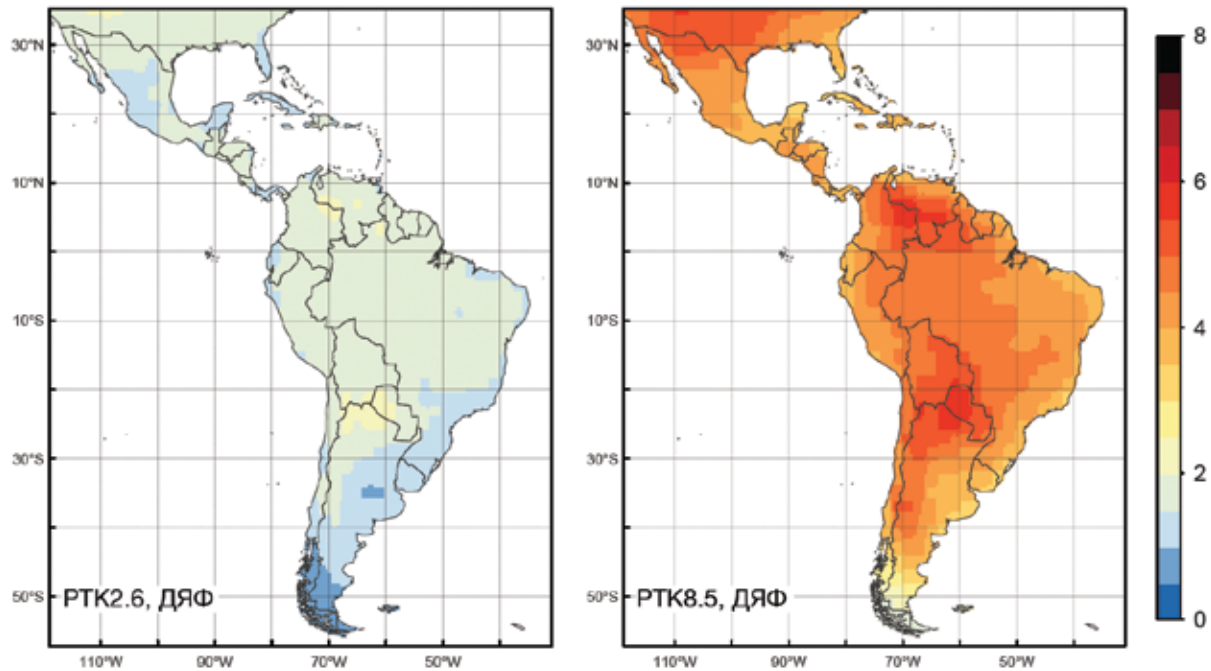


## 1.1 Краткие сведения о регионе

Регион Латинской Америки и Карибского бассейна весьма разнороден в плане экономического развития, социальной истории и истории коренного населения. Общая численность населения составляет 588 млн (в 2013 году), из которых почти 80 процентов проживают в городах. Текущий объем ВВП оценивается в 5,655 трлн долл. США (в 2013 году), а ВНД на душу населения в 2013 году составил 9 314 долл. США. В 2012 году приблизительно 25 процентов населения жили в условиях бедности, а 12 процентов – в крайней бедности, что представляет явное снижение по сравнению с предыдущими годами. Показатель недоедания в регионе, к примеру, снизился с 14,6 процента в 1990 году до 8,3 процента в 2012 году. Несмотря на достигнутый в последние десятилетия значительный прогресс в области экономического и социального развития, неравенство в доходах в регионе остается высоким.

Регион в значительной мере подвержен тропическим циклонам и мощному влиянию Эль-Ниньо, а также испытывает последствия повышения уровня моря, таяния ледников в Андах, роста температур и изменения в характере распределения осадков. Бедное население сельских районов, жизнеобеспечение которого зависит от природных ресурсов, особенно уязвимо перед лицом воздействия климата на натуральное сельское хозяйство и экосистемные услуги; бедное городское население, проживающее вдоль побережья, в поймах рек и на крутых склонах, особенно страдает от экстремально обильных осадков и вредных для здоровья экстремально высоких температур. Районы богарного земледелия в южной части региона, где интенсивно выращиваются зерновые культуры, чувствительны к колебаниям в

**Рисунок 1.1:** Рассчитанная с использованием нескольких моделей средняя температурная аномалия в регионе Латинской Америки и Карибского бассейна по сценариям РТК2.6 (при глобальном потеплении на 2 °С, слева) и РТК8.5 (при глобальном потеплении на 4 °С, справа) для летних месяцев в Южном полушарии (ДЯФ)



Температурные аномалии в градусах Цельсия усреднены на период 2071–2099 годов относительно периода 1951–1980 годов.

выпадении осадков и изменению температур. В регионе Анд для домов, нередко построенных на крутых склонах, крайне высок риск штормовых поверхностных потоков, прорыва ледниковых озер и оползней. Жители прибрежных районов, в частности в странах Карибского бассейна, могут утратить средства к существованию и возможность пользоваться экосистемными услугами по причине деградации морских экосистем, потери физической защиты от деградирующих рифов и прибрежных наводнений, а также из-за нанесения вреда имеющей важнейшее значение инфраструктуре (в особенности сектору пляжного туризма) и ухудшения качества пресной воды в связи с интрузией морской воды в результате повышения уровня моря.

## 1.1.1 Региональные тенденции в изменении климата

### 1.1.1.1 Температура и экстремальная жара

К 2100 году летние температуры на территории региона повысятся примерно на 1,5 °С согласно сценарию с низким уровнем выбросов (глобальное потепление на 2 °С) и на 5,5 °С согласно сценарию с высоким уровнем выбросов (глобальное потепление на 4 °С) по сравнению с базовым периодом 1951–1980 годов (рисунок 1.1). Вдоль атлантического побережья Бразилии, Уругвая и Аргентины потепление прогнозируется ниже среднемирового уровня со значениями в пределах 0,5–1,5 °С при глобальном потеплении на 2 °С и 2–4 °С при глобальном потеплении на 4 °С. В центральном южно-американском районе, включающем Парагвай, север Аргентины и южную часть Боливии, потепление, вероятно, будет более заметным – до 2,5 °С при глобальном потеплении на 2 °С

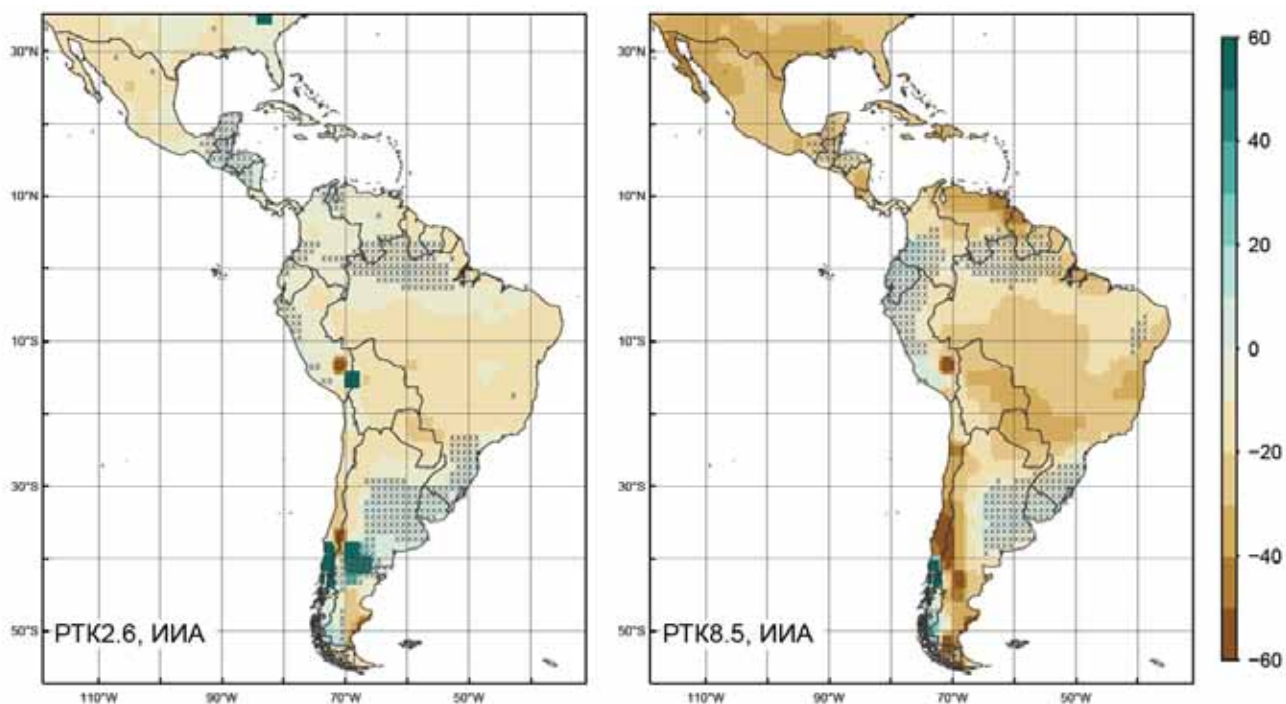
и до 6 °С при глобальном потеплении на 4 °С к 2071–2099 годам. Аналогичные уровни потепления прогнозируются в районе экватора, в том числе на востоке Колумбии и на юге Венесуэлы. По прогнозам, при глобальном потеплении на 4 °С почти вся суша (около 90 процентов) будет затронута *крайне необычными*<sup>1</sup>, а более половины суши (около 70 процентов) – *беспрецедентными* экстремально высокими летними температурами.

### 1.1.1.2 Осадки, засухи, засушливость

В целом при глобальном потеплении на 2 °С режимы выпадения осадков изменятся незначительно (+/-10 процентов), при этом модели демонстрируют существенные различия в динамике изменений в большинстве районов суши. При глобальном потеплении на 4 °С модели совпадают в прогнозировании относительно большинства регионов, но в отношении некоторых областей (таких, как север Аргентины и Парагвай) сохраняется межмодельная неопределенность (рисунок 1.2). В тропических странах тихоокеанского побережья (Перу, Эквадор и Колумбия) прогнозируется увеличение среднегодового количества осадков примерно на 30 процентов. Аналогичным образом повысится влажность на атлантическом побережье Уругвая (и в приграничных районах Бразилии и Аргентины). Районы, где прогнозируется уменьшение влажности, включают Патагонию (юг Аргентины и Чили), Мексику и центральную часть Бразилии. Эти тенденции указывают на то, что при изменении климата в большинстве районов с сухим климатом он станет еще более сухим,

<sup>1</sup> В настоящем докладе *крайне необычные* экстремально высокие температуры обозначают отклонения в 3 сигмы, а *беспрецедентные* экстремально высокие температуры – отклонения в 5 сигм (см. Приложение).

**Рисунок 1.2:** Рассчитанное с использованием нескольких моделей изменение среднего показателя засушливости по сценариям РТК2.6 (при глобальном потеплении на 2 °С, слева) и РТК8.5 (при глобальном потеплении на 4 °С, справа) в Латинской Америке и Карибском бассейне к периоду 2071–2099 годов по сравнению с периодом 1951–1980 годов



Заштрихованные участки означают зоны неопределенности, когда две или более из пяти моделей показывают иную динамику изменений. Следует отметить, что отрицательное изменение означает, что условия стали более засушливыми<sup>2</sup>.

а в большинстве районов с влажным климатом – более влажным. Исключение составляет центральная часть Бразилии. Здесь к концу текущего столетия прогнозируется сокращение среднегодового количества осадков на 20 процентов при глобальном потеплении на 4 °С. В целом также возрастает вероятность более интенсивного и частого выпадения экстремального количества осадков.

При глобальном потеплении на 4 °С в бассейне Амазонки, на всей части суши в Бразилии, за исключением южного побережья, на юге Чили, в Карибском бассейне, Центральной Америке и северной части Мексики в конце XXI века ожидаются условия засухи в степени от сильной до экстремальной по сравнению с сегодняшним климатом. Прогнозируется увеличение общей площади земель, относимых к категории сверхзасушливых, засушливых или полузасушливых, с примерно 33 процентов в период 1951–1980 годов до 36 процентов при глобальном потеплении на 2 °С и до 41 процента при глобальном потеплении на 4 °С.

### 1.1.1.3 Тропические циклоны

Наблюдения в течение последних 20–30 лет выявили положительные тенденции в отношении частоты и мощности тропических

циклонов в северной части Атлантики, но не на востоке северной части Тихого океана. Несмотря на то что атлантические тропические циклоны подавляются фазой Эль-Ниньо – Южной осцилляции, они усиливаются на востоке северной части Тихого океана. При дальнейшем антропогенном изменении климата обычно прогнозируется повышение частоты тропических циклонов высокой интенсивности на западе северной части Атлантики на 40 процентов при глобальном потеплении на 1,5–2,5 °С и на 80 процентов при глобальном потеплении на 4 °С. Глобальное потепление порядка 3 °С связано с увеличением интенсивности дождей в среднем на 10 процентов при усреднении по радиусу 200 км от центра тропического циклона. Несмотря на наличие в исследованиях с использованием нескольких моделей данных в поддержку прогнозируемого увеличения частоты тропических циклонов вдоль тихоокеанского побережья Центральной Америки, в целом прогнозы в отношении этого региона на данный момент носят неопределенный характер. Однако, несмотря на неопределенность прогнозов, любое усиление тихоокеанских и атлантических штормов (не обязательно циклонов), одновременно вызывающих оползни, может повлечь более разрушительные последствия, чем увеличение частоты любого отдельного атлантического или тихоокеанского циклона.

### 1.1.2 Повышение уровня моря в регионе

По прогнозам, повышение уровня моря на атлантическом побережье будет более значительным, чем на тихоокеанском. Ожидается, что Вальпараисо (прогнозируется повышение в среднем на 0,55 м

<sup>2</sup> Некоторые отдельные ячейки заметно отличаются по значению от соседних (например, на границе между Перу и Боливией). Это связано с тем, что индекс аридности рассчитывается как частное от деления общего количества осадков за год на потенциальную эвапотранспирацию (см. Приложение). Таким образом, он изменяется строго нелинейно и поэтому межгодовые вариации могут быть значительными. Поскольку средние значения рассчитываются по относительно небольшому количеству имитационных моделей, это может приводить к таким локальным скачкам.

при глобальном потеплении на 4 °C) выиграет за счет усиления юго-восточного пассатного ветра в южной части Тихого океана и связанного с этим подъема холодных вод, что приведет к термостерическому (благодаря повышению температуры океана) повышению уровня моря ниже среднего по океану. На атлантическом побережье Бразилии, напротив, прогнозируется повышение уровня моря выше среднего по океану (Ресифи: медианная оценка: 0,63 м, нижняя оценка: 0,41 м, верхняя оценка: 1,14 м; Рио-де-Жанейро: медианная оценка: 0,62 м, нижняя оценка: 0,46 м, верхняя оценка: 1,11 м). Повышение уровня моря происходит более интенсивно в низких широтах в связи с повышенным поглощением тепла океаном и обусловленным гравитацией характером ледяного покрова и ледников. Так, например, в Гуаякиле на тихоокеанском побережье Эквадора прогнозируется повышение уровня моря на 0,62 м (нижняя оценка: 0,46 м, верхняя оценка: 1,04 м) при глобальном потеплении на 4 °C. В отличие от этого в Пуэрто-Вильямс (Чили) на южной оконечности южноамериканского континента повышение уровня моря прогнозируется лишь на 0,46 м (нижняя оценка: 0,38 м; верхняя оценка: 0,65 м). В Порт-о-Пренсе (Гаити), по прогнозам, уровень моря повысится на 0,61 м (нижняя оценка: 0,41 м, верхняя оценка: 1,04 м) при глобальном потеплении на 4 °C (рисунок 1.11); это типичный пример повышения уровня моря для других островов Карибского бассейна.

### 1.1.3 Воздействие на конкретные секторы и тематические области

#### 1.1.3.1 Изменения в ледниках и снежном покрове

В Южной Америке происходит значительное сокращение ледников. В течение XX века тропические ледники в Центральных Андах, в частности, утратили значительную часть своего объема. Явная тенденция отступления ледников наблюдается также в Южных Андах, утративших около 20 процентов своего объема.

Отступление тропических ледников в Центральных Андах будет продолжаться такими же быстрыми темпами, как в последние десятилетия. Даже при низком или среднем уровне выбросов, вызывающих глобальное потепление на 2–3 °C выше доиндустриальных уровней, в двух комплексных исследованиях неизменно прогнозируется таяние ледников на 78–97 процентов. Оба исследования прогнозируют почти полное исчезновение ледников (93–100 процентов) при глобальном потеплении на 4 °C. Другие исследования несколько менее пессимистичны в своих прогнозах; однако независимо от изменения температуры в ближайшие десятилетия значительная часть ледников в тропических Андах исчезнет задолго до конца столетия. Для Южных Анд разброс моделей при глобальном потеплении на 2–3 °C находится в пределах 22–59 процентов утраты объема ледников; сопоставлять отдельные сценарии сложно. При глобальном потеплении на 4 °C модели прогнозируют сокращение объемов ледников к 2100 году на 44–74 процента.

Мониторинг снежного покрова на больших высотах в Чили и Аргентине начиная с 1950 года не фиксирует какой-либо значительной тенденции (потенциальные тенденции трудно идентифицировать по архивам в связи с высокой межгодовой изменчивостью и очевидным влиянием Эль-Ниньо – Южной осцилляции). Отсутствие надежных прогнозов в отношении изменения снежной массы и снежного покрова в Андах представляет существенный пробел в исследованиях.

#### 1.1.3.2 Водные ресурсы, безопасность водоснабжения и наводнения

Несмотря на различия в масштабах изменений, многие ученые согласны с тем, что среднегодовой поверхностный сток и сброс воды

в Центральной Америке сокращается. Водный стресс может возрасти, особенно в засушливых районах с высокой плотностью населения и в период сухого сезона. Прогнозы относительно поверхностного стока в странах Карибского бассейна не достаточно достоверны в связи с отсутствием данных. Однако доступность пресной воды может снизиться по нескольким причинам, например в результате повышения уровня моря, которое приводит к интрузии морской воды в прибрежный водоносный слой. В масштабе региона высок риск наводнений и грязевых оползней с большим числом жертв. Хотя наводнения нередко ассоциируются с изменением характера землепользования, количество мощных наводнений может также увеличиться в условиях изменения климата.

Для тропических Анд прогнозируется повышенная изменчивость сезонного сброса воды. Уже наблюдаемое сокращение речного стока в сухой сезон может далее увеличиваться в результате продолжающегося отступления ледников. Однако в период влажного сезона речной сток может возрастать. В районе Анд возможно повышение риска наводнений при глобальном потеплении на 4 °C (например, в результате ускоренного таяния ледников). Для разных районов бассейна Амазонки прогнозы относительно речного стока и сброса воды различаются. В западной части бассейна прогнозируется вероятное увеличение речного стока, поверхностного стока, площади затопления и продолжительности паводков. В самой южной части Южной Америки прогнозируется сокращение среднего объема водостока.

Хотя регион Латинской Америки и Карибского бассейна обладает обильными запасами пресной воды, во многих городах водоснабжение зависит от местных рек, водоносного слоя, озер и ледников, которые могут быть подвержены воздействию изменения климата, и обеспеченность пресной водой может оказаться недостаточной для удовлетворения потребности в ней. Например, ожидается, что Гвадалахара (Мексика) и многие города в районе Анд будут испытывать возрастающий водный стресс, и при сохранении нынешнего спроса на воду группы населения с низким уровнем дохода, которые уже лишены надлежащего доступа к водоснабжению, столкнутся с новыми проблемами.

#### 1.1.3.3 Воздействие изменения климата на сельское хозяйство, животноводство и продовольственную безопасность

Исследования содержат разные прогнозы относительно воздействия изменения климата на урожайность сельскохозяйственных культур, но большинство авторов согласны в том, что изменение климата, по всей вероятности, приведет к сокращению урожайности важных продовольственных культур в регионе Латинской Америки и Карибского бассейна. Исключение составляет прогнозируемый рост урожайности риса, выращиваемого на поливных/заливных полях в некоторых районах. Имеющиеся немногочисленные исследования воздействия изменения климата на животноводство указывают, что продуктивность мясного и молочного животноводства при повышении температур будет снижаться, поскольку тепловой стресс служит одним из главных факторов, влияющих на продуктивность скота. Овцы лучше справляются с более жарким и сухим климатом, чем крупный рогатый скот и свиньи.

#### 1.1.3.4 Воздействие изменения климата на биоразнообразие

Вызываемое изменением климата неблагоприятное воздействие на биоразнообразие – от сокращения ареалов до полного исчезновения видов – весьма вероятно при глобальном потеплении более чем на 2 °C. Поскольку способность затронутых видов и экосистем к адаптации с трудом поддается прогнозированию или количественному

выражению, в моделях следует использовать упрощенные подходы, которые применяются в комплексных биоклиматических моделях, моделях распределения видов и динамических моделях глобального распределения растительности.

Одна из очевидных тенденций, связанных с будущими уровнями потепления, состоит в том, что чем больше прогнозируемое повышение температуры, тем сильнее воздействие на разнообразие видов. По прогнозам, значительно повысится уязвимость горных районов тропиков (например, влажных тропических горных лесов), поскольку большому количеству эндемичных и высокоспециализированных видов может угрожать вымирание в высокогорных районах. В большинстве моделей не принимаются во внимание биотические взаимодействия (трофические отношения, конкуренция видов) или ограниченность ресурсов. Таким образом, имеющаяся экологическая ниша в рамках экосистемы может стать меньше, чем могла бы быть в соответствии с климатическими и другими экологическими условиями, что ведет к сдвигу экологических зон.

### **1.1.3.5 Деградация, исчезновение тропических лесов Амазонки и переломный момент этого процесса**

В целом самые последние исследования свидетельствуют о том, что исчезновение лесов в районе Амазонки маловероятно, но возможно в будущем. Прогнозируемое количество осадков и воздействие фертилизации CO<sub>2</sub> на рост тропических деревьев остаются процессами с максимальным уровнем неопределенности. Вызванные климатом изменения в продолжительности сухого сезона и повторения засушливых годов, а также обусловленная пожарами деградация лесов дополняют список неизвестных величин, в отношении которых еще следует проводить комплексные исследования по всей территории района Амазонки. Критическим переломным моментом этого процесса считается исчезновение 40 процентов лесов, когда изменение водной и энергетической взаимосвязи между оставшимся тропическим лесом и климатом может привести к снижению количества осадков.

Исчезновение лесов на всей территории бассейна Амазонки, вызванное взаимосвязью между климатом и глобальным углеродным циклом, представляет собой потенциальный критический переломный момент, который может оказать сильное воздействие в случае регионального потепления более чем на 4 °C и повышения глобальных средних температур более чем на 3 °C к концу XXI века. Однако по результатам последних анализов эта вероятность снизилась с 21 до 0,24 процента при региональном потеплении на 4°C при корректировке совмещенных моделей углеродного цикла и климата с целью лучшего отражения межгодовой изменчивости тропических температур и соответствующих выбросов CO<sub>2</sub>. Однако это справедливо только тогда, когда эффект фертилизации CO<sub>2</sub> реализуется в соответствии с современными моделями распределения растительности. Кроме того, широкомасштабная деградация лесов в результате увеличения засух может нанести вред экосистемным услугам и функциям, включая региональный гидрологический цикл, даже в отсутствие исчезновения лесов.

### **1.1.3.6 Рыбные ресурсы и коралловые рифы**

Наряду с подкислением и гипоксией океана, которые, по всей вероятности, усилятся при высоком уровне выбросов, возможно более экстремальных явлений Эль-Ниньо создает значительный риск для богатейших в мире рыбных угодий. Если не считать единичных явлений, наблюдается постепенное потепление океанских вод и ожидается, что в дальнейшем оно окажет воздействие на рыбные ресурсы (в особенности на местном уровне).

Как правило, популяции рыб мигрируют в сторону полюса в более холодные воды. По прогнозам, потенциальные уловы на юге

Латинской Америки могут увеличиться почти вдвое. У побережья Уругвая, южной оконечности Нижней Калифорнии и южной части Бразилии прогнозируется сокращение потенциальных максимальных уловов более чем на 50 процентов. В водах Карибского моря и районах атлантического побережья Центральной Америки возможно снижение уловов в пределах 5–50 процентов. Вдоль побережья Перу и Чили прогнозируемое сокращение уловов рыбы может достигать 30 процентов, но в южном направлении ожидается их увеличение.

Независимо от выбранного порога чувствительности и независимо от сценария в отношении выбросов, к 2040 году ожидаются ежегодные эпизоды обесцвечивания карибских коралловых рифов. Хотя некоторые виды кораллов и отдельные места их расположения проявляют больше резистентности к таким явлениям, ясно, что морские экосистемы Карибского бассейна претерпевают широкомасштабные изменения с далеко идущими последствиями для связанных с ними видов жизнеобеспечения, а также для защиты побережья здоровыми коралловыми рифами.

### **1.1.3.7 Здоровье населения**

Населению Латинской Америки и Карибского бассейна угрожает повышенный риск роста заболеваемости и смертности по причине инфекционных болезней и экстремальных погодных явлений. Наблюдаемые схемы передачи заболеваний, связанные с различными фазами цикла Эль-Ниньо – Южная осцилляция, показывают, каким образом изменения температур и количества осадков могут сказываться на распространенности конкретного заболевания в конкретном месте. Прогнозы относительно воздействия изменения климата на распространенность малярии в регионе до конца столетия довольно непоследовательны, поскольку в одних исследованиях прогнозируется рост заболеваемости, а в других – ее снижение. Такая неопределенность также характерна для исследований, посвященных взаимосвязи между изменением климата и распространением малярии в глобальном масштабе, и отражает сложность экологических факторов, влияющих на это заболевание.

### **1.1.3.8 Миграция и безопасность**

Хотя для данного региона миграция – не новое явление, в условиях изменения климата ожидается ее ускорение. В регионе Латинской Америки и Карибского бассейна существует много районов, подверженных экстремальным явлениям, в том числе засухам, наводнениям, оползням и тропическим циклонам; все эти экстремальные явления могут стать причиной миграции.

Есть примеры того, что связанная с засухами миграция уже происходит в некоторых районах. Наибольший поток мигрантов в результате изменения климата предполагается в районах, где уже присутствуют неэкологические факторы (например, слабое государственное управление, преследование по политическим мотивам, перенаселенность, бедность), увеличивающие миграционное давление на местное население.

Считается, что уровень риска возникновения вооруженных конфликтов в регионе невысок. Однако в условиях значительного социального и экономического неравенства и перетекания мигрантов между странами не прекращаются споры по поводу доступа к ресурсам, земле и богатству. Изменение климата может привести к повышению риска возникновения конфликтов в регионе в связи с дефицитом ресурсов, ростом миграции, усилением нестабильности и увеличением частоты и интенсивности стихийных бедствий.

### **1.1.3.9 Береговая инфраструктура**

К 2050 году в регионе Латинской Америки и Карибского бассейна затопление прибрежных районов в 22 крупнейших прибрежных городах при повышении уровня моря на 20 см может причинить



среднегодовой ущерб в размере приблизительно 940 млн долл. США и порядка 1,2 млрд долл. США при повышении уровня моря на 40 см. Район Карибского бассейна особенно уязвим к изменению климата в силу наличия там низменных областей и зависимости населения от прибрежной и морской хозяйственной деятельности. При сценарии, предусматривающем глобальное потепление на 4 °С и повышение уровня моря на 0,89–1,4 м, тропические циклоны только в Карибском бассейне способны к 2050 году причинить дополнительный ущерб в размере 22 млрд долл. США (и 46 млрд долл. США к 2100 году) в результате штормов и повреждений инфраструктуры, а также убытков в туристическом секторе, по сравнению со сценарием, предусматривающим глобальное потепление на 2 °С. Потенциальный рост интенсивности тропических циклонов может привести к увеличению длительности простоя судов в портах и, таким образом, к росту стоимости перевозки грузов. Пляжный туризм особенно подвержен воздействию связанных с изменением климата прямых и косвенных стрессогенных факторов, таких как повышение уровня моря, изменение характера тропических штормов, усиление штормовых приливов и береговая эрозия. Туристические курорты на побережье потенциально в два-три раза больше подвержены воздействию стрессогенных факторов, связанных с изменением климата, чем туристические курорты, расположенные вдали от моря.

#### 1.1.3.10 Энергетика

Анализ существующей в настоящее время литературы по вопросам воздействия изменения климата на энергетику в Латинской Америке и странах Карибского бассейна свидетельствует о том, что исследований на эту тему немного и большинство из них основано на сильных предположениях по таким ключевым вопросам, как сезонная доступность водных ресурсов для нужд гидроэнергетики. Эти исследования содержат скорее качественный, чем количественный анализ, оставляя значительные пробелы. Отсутствуют также исследования по вопросам воздействия изменения климата на возобновляемые источники энергии.

Как правило, воздействие изменения климата на потребности в энергии менее изучено, чем его воздействие на энергоснабжение, тем не менее спрос на энергию и ее предложение находятся в динамичном взаимодействии. Например, рост спроса на энергию в период экстремально высоких температур, сопровождающийся снижением энергоснабжения в результате сокращения водоносности рек и низкой эффективности, в будущем может привести к дополнительной нагрузке на существующие энергосистемы.

#### 1.1.4 Обзор проекций регионального развития

Во вставке 1.1 приводится обзор основных климатических рисков в регионе. Проекция развития исходит из последствий изменения

климата, проанализированных в основном докладе (см. таблицу 3.15, раздел 3.5). Воздействие изменения климата оказывает многообразное прямое и косвенное воздействие на развитие региона. Это воздействие затрагивает все территории – от сельских до городских районов; многочисленные виды климатического воздействия непосредственно затрагивают не только сельские районы, приводя, например, к снижению продуктивности сельского хозяйства или к изменению гидрологических режимов, но и городские районы за счет изменения экосистемных услуг, миграционных потоков и т. д. Обострение проблем, вызванных изменением климата в их взаимосвязи с социально-экономическими факторами, будет оказывать воздействие и на развитие региона. В частности, таяние ледников и изменение водоносности рек, экстремальные явления и риски для систем производства продуктов питания будут оказывать давление на жизнеобеспечение населения.

Изменение климата оказывает и будет оказывать в дальнейшем многообразное воздействие на развитие региона. Во-первых, изменения гидрологического цикла создают угрозу для стабильности экосистемных услуг и снабжения пресной водой. Гидрологическая система, трансформированная в результате изменения поверхностного стока, таяния ледников и снежного покрова, скажется на экосистемных услугах, от которых зависит сельское население, на снабжении городов пресной водой и на таких важных видах хозяйственной деятельности, как добыча полезных ископаемых и гидроэнергетика. Во-вторых, изменение климата подвергает риску как крупное сельскохозяйственное производство на экспорт, так и мелкие хозяйства, обеспечивающие производство продуктов питания на уровне региона. В-третьих, увеличение частоты экстремальных явлений затрагивает и сельские, и городские населенные пункты, особенно в прибрежных районах.

На субрегиональном уровне особое значение имеют следующие взаимосвязи между климатом и развитием. В Центральной Америке и странах Карибского бассейна экстремальные явления создают угрозу для жизнеобеспечения населения и повреждают инфраструктуру. В Андах изменение в доступности водных ресурсов порождает трудности для бедных слоев сельского и городского населения. В бассейне Амазонки местные сообщества подвергаются опасностям, связанным с риском критического переломного момента, деградации лесов и утраты биоразнообразия. Гидрологические изменения могут затронуть более широкие территории региона. В странах Южного конуса подвергаются риску экспортные товары в результате сокращения продуктивности интенсивного земледелия. В сухих субтропических районах Мексики и северо-восточной части Бразилии усиление стресса, вызванного засухами, угрожает жизнеобеспечению и здоровью людей в сельских районах.

Во вставке 1.2 обобщаются прогнозируемые последствия изменения климата в основных секторах региона.

### Вставка 1.1: Субрегиональные риски для развития стран Латинской Америки и Карибского бассейна (ЛАК) при потеплении на 4 °С к 2100 году по сравнению с температурами доиндустриального периода



#### Регион Центральной Америки и Карибского бассейна

Более частая повторяемость ЭНЮО, повышение частоты тропических циклонов, экстремальное количество осадков, засуха и аномальная жара. Риск сокращения водных ресурсов и урожайности сельскохозяйственных культур, снижения продовольственной безопасности и безопасности прибрежных районов.

*Бедные слои населения подвержены угрозам оползней, береговой эрозии, которым сопутствует риск роста смертности и масштабов миграции, негативное влияние на ВВП, известную долю которого обеспечивает туризм в прибрежных районах.*

#### Тропические леса Амазонии

Рост экстремально высоких температур и аридности, риск лесных пожаров, деградации и утраты биоразнообразия.

*Риск превращения тропических лесов в источник углерода. Смещение сельскохозяйственных зон может привести к конфликтам из-за земельных угодий. Риск исчезновения видов, угрожающего традиционным источникам дохода и чреватого культурными потерями.*

#### Анды

Таяние ледников, изменение снежного покрова, риск наводнений и дефицита пресной воды. *В высокогорных районах наиболее уязвимыми слоями населения являются женщины и дети, занимающиеся сельским хозяйством, а также коренные народы. В городских районах представители бедных слоев населения часто проживают на более крутых склонах, наиболее подверженных наводнениям.*

#### Засушливые регионы

Рост засухи и увеличение периодов экстремальной жары приведут к падежу скота, снижению урожайности сельскохозяйственных культур и появлению проблем с запасами пресной воды.

*Риск локальных вспышек голода в отдаленных общинах коренного населения, возникновение расстройств здоровья, связанных с качеством воды. Чрезмерная нагрузка на ресурсы может привести к конфликтам и миграции в города.*

#### Южный конус

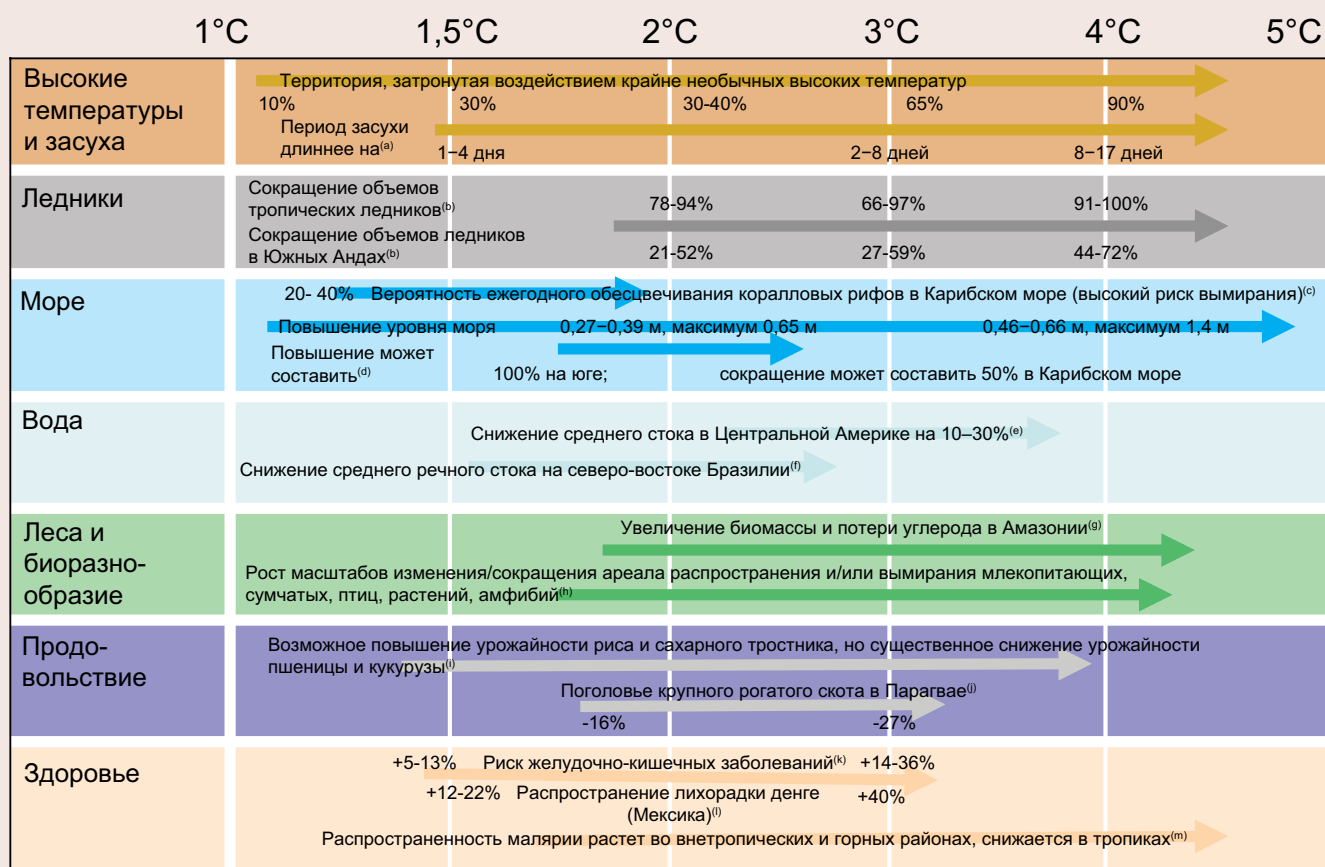
Снижение урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности пастбищ, перемещение агроэкозон к северу.

*Риск ухудшения рациона питания местного бедного населения. Риск повышения цен на продовольствие и возникновения каскадного эффекта за пределами региона вследствие экспорта большей доли сельскохозяйственной продукции.*

Эта карта была воспроизведена Картографическим отделом Группы Всемирного банка. Национальные границы, цвета, обозначения и прочая информация, указанная на этой карте, не являются выражением мнения Группы Всемирного банка относительно юридического статуса какой-либо территории и не означают подтверждения или признания таких границ. В качестве основы использована карта плотности населения, подготовленная на базе разработок Центра для международной информационной сети по наукам о Земле Колумбийского университета, Продовольственной и сельскохозяйственной Организации Объединенных Наций и Международного центра по сельскому хозяйству в тропических зонах: Center for International Earth Science Information Network, Columbia University; United Nations Food and Agriculture Programme; and Centro Internacional de Agricultura Tropical – (2005). Gridded Population of the World, Version 3 (GPWv3): Population Count Grid. Palisades, NY: NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC).

## Вставка 1.2. Прогнозируемые последствия изменения климата для ключевых секторов в регионе Латинской Америки и Карибского бассейна

Уровень потепления по сравнению с температурами доиндустриального периода. Перечисленные здесь последствия являются частью последствий, приводимых в таблице 3.15 основного доклада. Стрелки указывают исключительно на диапазон уровня потепления, оценивавшийся в соответствующих исследованиях, но не подразумевают какой-либо классификации степени риска, если прямо не указано иное. Кроме того, не представлены наблюдаемые последствия или последствия, возникающие при более низких или более высоких уровнях потепления, которые не рассматривались в упомянутых здесь ключевых исследованиях (например, обесцвечивание кораллов начинается при потеплении менее чем на 1,5 °C, но представленные здесь исследования начинаются только с 1,5 °C). Здесь не дается оценка мерам по адаптации, хотя они могут иметь решающее значение для облегчения последствий изменения климата. Макет диаграммы подготовлен на основе работы Parry (2010). Сноски в виде латинских букв указывают на источник, в котором рассматривались соответствующие последствия<sup>3</sup>. Отсутствие такой сноски означает, что результаты основаны на дополнительном анализе, проведенном при подготовке данного доклада.

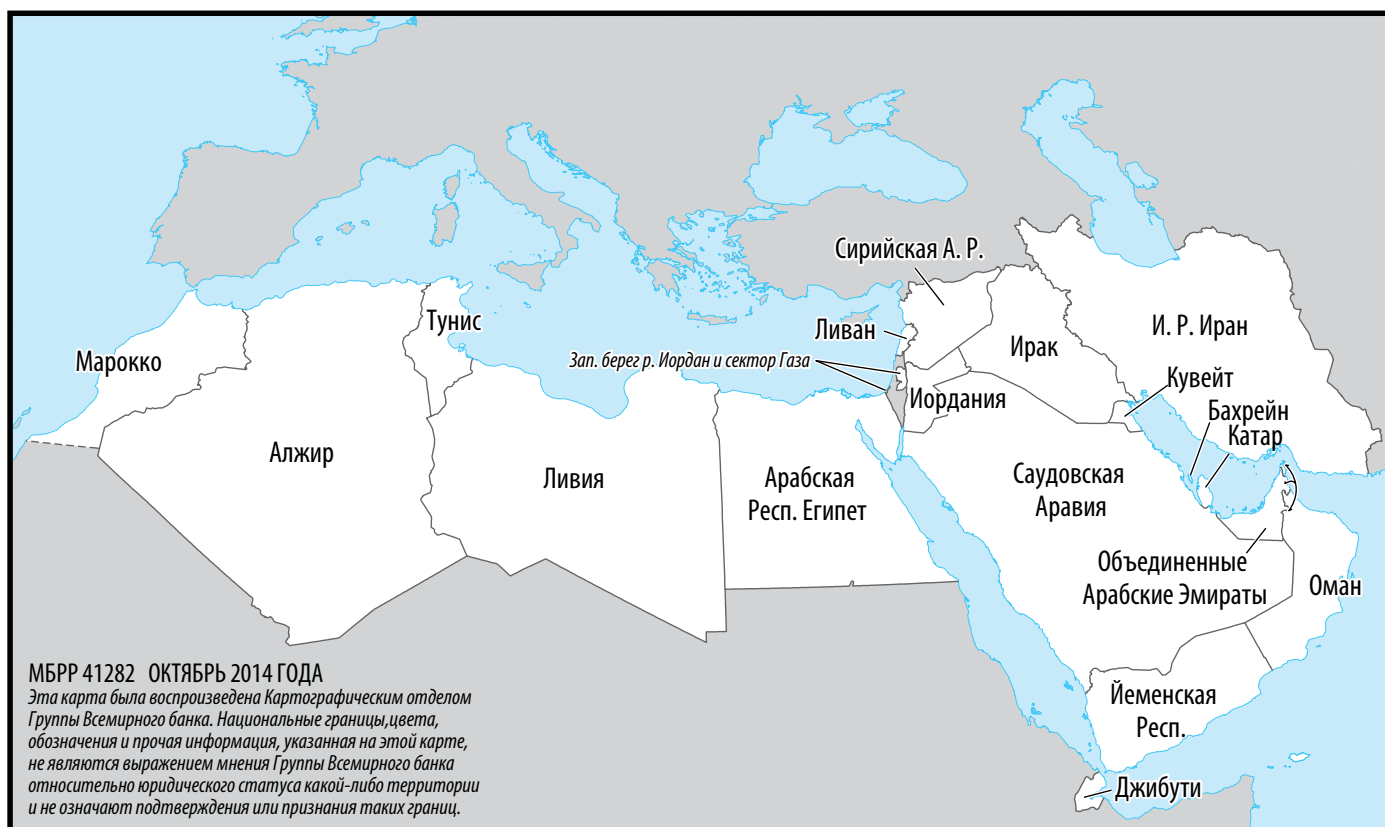


<sup>3</sup> (a) Sillmann et al. (2013b); (b) Marzeion et al. (2012); Giesen and Oerlemans (2013); Radic et al. (2013); (c) Meissner et al. (2012); (d) Cheung et al. (2010); (e) Hidalgo et al. (2013); (f) Döll and Schmied (2012); (g) различные исследования без учета эффекта фертилизации CO<sub>2</sub>, см. таблицу 3.1; (h) различные исследования, см. таблицу 3.1; (i) различные исследования, см. таблицу 3.1; (j) ECLAC (2010); (k) Kolstad and Johansson (2011); (l) Colon-Gonzalez et al. (2013); (m) Beguin et al. (2011); Caminade et al. (2014); Van Lieshout et al. (2004).

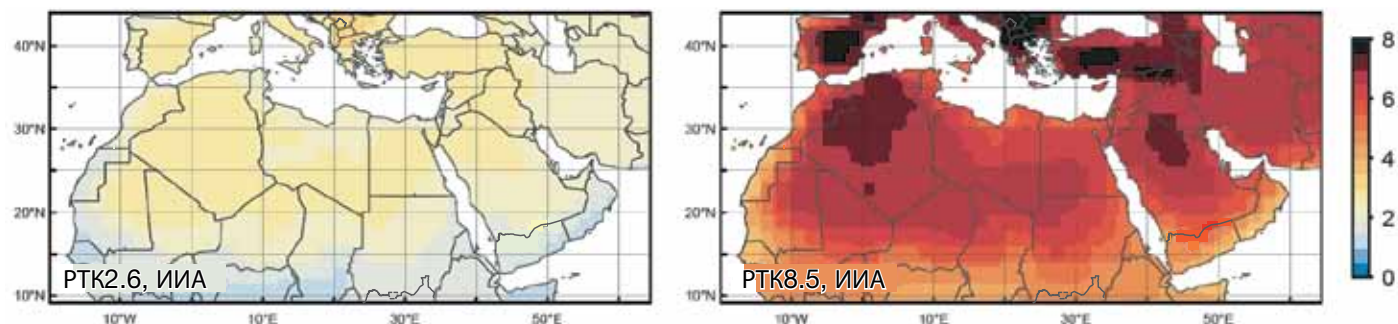


## Ближний Восток и Северная Африка

Ближний Восток и Северная Африка – один из наиболее неоднородных регионов мира в плане экономического развития, где годовой объем ВВП в расчете на душу населения варьируется от 1000 долл. США в Йемене до более 20 тыс. долл. США в арабских странах Персидского залива. В связи с этим между странами региона существуют огромные различия в способности к адаптации и в подверженности климатическим рискам. Регион серьезно пострадает при потеплении как на 2 °С, так и на 4 °С, в частности в результате прогнозируемого значительного повышения экстремально высоких температур, существенного сокращения водных ресурсов и ожидаемых последствий для региональной продовольственной безопасности. В некоторых странах снижение урожайности может достигать 30 процентов при потеплении на 1,5–2 °С и почти 60 процентов при потеплении на 3–4 °С в некоторых частях региона. Ухудшение условий жизни в сельских районах может повлечь внутреннюю и международную миграцию, создав дополнительный стресс, в частности, для городской инфраструктуры и повысив соответствующие угрозы для здоровья малоимущих мигрантов. Миграционная и связанная с климатом нагрузка на ресурсы может привести к повышению риска возникновения конфликтов.



**Рисунок 2.1:** Рассчитанная с использованием нескольких моделей средняя температурная аномалия в регионе Ближнего Востока и Северной Африке по сценариям РТК2.6 (при глобальном потеплении на 2 °С, слева) и РТК8.5 (при глобальном потеплении на 4 °С, справа) для летних месяцев июнь–июль–август



Температурные аномалии в градусах Цельсия усреднены на период 2071–2099 годов относительно периода 1951–1980 годов.

## 2.1 Краткие сведения о регионе

К 2050 году численность населения стран Ближнего Востока и Северной Африки, согласно прогнозам, увеличится вдвое, что в совокупности с прогнозируемыми воздействиями изменения климата вызовет серьезный дефицит воды и других ресурсов. Регион уже сегодня в значительной степени зависит от импорта продовольствия. Приблизительно 50 процентов регионального потребления пшеницы и ячменя, 40 процентов потребления риса и почти 70 процентов кукурузы обеспечивается за счет импорта. Регион решает характерную для него проблему нехватки воды различными способами: путем забора грунтовых вод, опреснения, используя соответствующие стратегии местных сообществ. Несмотря на чрезвычайную нехватку водных ресурсов, страны Персидского залива используют в расчете на душу населения больше воды, чем в среднем в мире, при этом в арабских странах рынки бытового водо- и энергоснабжения являются одними из наиболее щедро субсидируемых в мире. Страны региона значительно различаются по социально-экономическим условиям и политической ситуации. Таким образом, способность к адаптации и подверженность климатическим рискам широко варьируют, особенно велики различия между арабскими государствами Персидского залива и другими странами региона.

В регионе Ближнего Востока и Северной Африки источником продовольствия и дохода в значительной степени служит сельское хозяйство, не только в исторической области «плодородного полумесяца» в районе Евфрата и Тигра, но и на средиземноморском побережье и в долине Нила, притом что значительную часть территории занимают засушливые земли и пустыни. 70 процентов сельскохозяйственного производства региона в настоящее время составляет богарное земледелие, что ставит регион в сильную зависимость от изменений температуры и количества осадков, а также связанных с этим последствий для продовольственной безопасности, социальной защиты и средств жизнеобеспечения населения в сельских районах. Это, в совокупности с социальными изменениями и высоким уровнем урбанизации, предвещает очень нестабильное будущее Ближнего Востока и Северной Африки, в частности для бедных слоев городского и сельского населения. Все страны региона испытывают серьезную и быстро растущую ограниченность ресурсов, в особенности дефицит водных и земельных ресурсов. Регион

очень многообразен в плане социально-экономических условий и политической ситуации. В связи с этим в регионе существуют огромные различия в способности к адаптации и в подверженности климатическим рискам, особенно между арабскими государствами Персидского залива и другими странами.

### 2.1.1 Региональные тенденции в изменении климата

#### 2.1.1.1 Температура и экстремальная жара

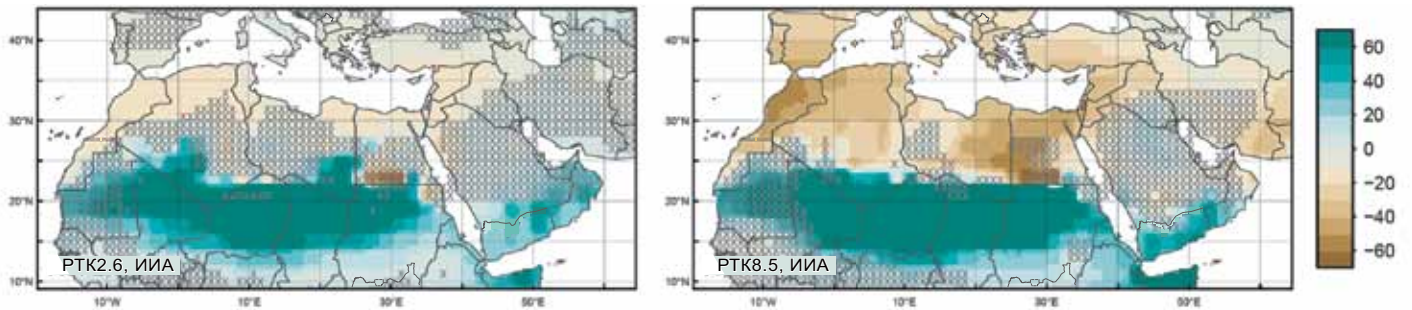
Потепление примерно на 0,2 °С за десятилетие наблюдалось в регионе в период 1961–1990 годов и даже более быстрыми темпами в последующий период, что согласуется с увеличением частоты экстремально высоких температур. В географическом отношении наибольшая степень потепления прогнозируется вблизи средиземноморского побережья. Там, а также во внутренних районах Алжира, Ливии и на значительной части территории Египта к концу текущего столетия прогнозируется потепление на 3 °С при глобальном потеплении на 2 °С. При глобальном потеплении на 4 °С повышение средних летних температур, достигающее 8 °С, к концу столетия ожидается в отдельных районах Алжира, Саудовской Аравии и Ирака (см. рисунок 2.1).

К концу столетия при глобальном потеплении на 2 °С *крайне необычные*<sup>4</sup> экстремально высокие температуры будут наблюдаться примерно в 30 процентах летних месяцев в регионе БВСА практически повсеместно. Это означает, что в среднем каждый год в один из летних месяцев температура будет превышать средний базовый уровень более чем на три стандартных отклонения. Однако *беспрецедентные* экстремально высокие температуры при глобальном потеплении на 2 °С будут большей частью отсутствовать, за исключением отдельных прибрежных районов, в том числе средиземноморского побережья Египта, а также некоторых районов в Йемене, Джибути и Омане. В этих регионах, согласно прогнозам, такие явления при глобальном потеплении на 2 °С будут относительно редкими, но тем не менее ожидаются в 5–10 процентах летних месяцев.

Если при глобальном потеплении на 2 °С ожидается выравнивание роста частоты экстремально высоких температур к середине

<sup>4</sup> В настоящем докладе *крайне необычные* экстремально высокие температуры обозначают отклонения в 3 сигма, а *беспрецедентные* экстремально высокие температуры – отклонения в 5 сигма (см. Приложение).

**Рисунок 2.2:** Рассчитанное с использованием нескольких моделей изменение среднего процентного показателя засушливости при глобальном потеплении на 2 °С (слева) и при глобальном потеплении на 4 °С (справа) в регионе Ближнего Востока и Северной Африки к периоду 2071–2099 годов по сравнению с периодом 1951–1980 годов



Заштрихованные участки означают зоны неопределенности, когда две или более из пяти моделей показывают разную динамику изменений. Следует отметить, что отрицательное изменение означает, что условия стали *более засушливыми* (см. Приложение)<sup>5</sup>.

столетия, то при глобальном потеплении на 4 °С она продолжит увеличиваться вплоть до конца столетия. При глобальном потеплении на 4 °С, согласно прогнозам, 80 процентов летних месяцев будут более жаркими с отклонением более 5 сигм (*беспрецедентные* экстремально высокие температуры) к 2100 году и около 65 процентов с отклонением более 5 сигм в период 2071–2099 годов.

### 2.1.1.2 Осадки и засушливость

Предстоящий сдвиг влажности воздуха на север, связанный с усилением аномалии североатлантической осцилляции (САО), по прогнозам, приведет к сокращению количества дождей в Северной Африке, странах Магриба и Машрика. При глобальном потеплении на 4 °С в странах, расположенных вдоль побережья Средиземного моря, а именно в Марокко, Алжире и Египте, прогнозируется значительное сокращение дождевых осадков. Однако ожидается, что прогнозируемый сдвиг на север внутритропической зоны конвергенции (ВТЗК) увеличит поступление влаги в южные области региона (которые уже находятся под влиянием муссонных систем), в частности в южную часть Аравийского полуострова (Йемен, Оман). Следовательно, прогнозируемые изменения среднегодового количества осадков демонстрируют явный дипольный (с севера на юг) характер, при этом районы к северу от 25-й параллели северной широты становятся относительно более сухими, а районы к югу от нее – более влажными. Однако абсолютное увеличение количества осадков в южных районах будет незначительным, поскольку эти территории (за исключением Йемена) уже сегодня являются весьма засушливыми. Кроме того, эффект взаимосвязи между ростом количества осадков и доступностью воды может быть нейтрализован одновременным повышением температуры, которое приведет к увеличению испарений. Наконец, увеличение количества осадков

в южной части региона может быть связано с более интенсивными и экстремальными явлениями выпадения осадков.

Существует четкое соответствие между характером изменения среднегодового индекса аридности (ИА) и прогнозируемыми изменениями в количестве осадков. Изменения засушливости вызываются в первую очередь изменениями в выпадении осадков, при этом более высокая влажность к югу от 25-й параллели северной широты и в самых южных районах Аравийского полуострова приводит к снижению засушливости, а более сухой климат к северу от 25-й параллели северной широты – к повышению засушливости. В районе средиземноморского побережья относительное повышение засушливости более заметно, чем можно было бы ожидать в результате сокращения количества осадков, в связи с существенным увеличением эвапотранспирации в результате усиленного потепления.

### 2.1.2 Повышение уровня моря в регионе

В районе Средиземноморья мареографы на протяжении XX века зарегистрировали повышение уровня моря ниже среднего по океану – средний показатель повышения уровня моря составил 1,1–1,3 мм в год (медленнее, чем в среднем в мире – 1,8 мм в год). Однако наблюдались значительные колебания между десятилетиями – медленное постепенное повышение в период 1960–1990 годов и быстрый (выше среднего) подъем после 1990 года.

Анализ данных за XXI век указывает на повышение уровня моря в Средиземноморском бассейне несколько ниже среднего по океану главным образом в результате гравитационного влияния ледяного щита Гренландии. В расположенном на побережье Средиземного моря Тунисе прогнозируется среднее повышение уровня моря на 0,56 м (при максимуме 0,96 м) к концу столетия при глобальном потеплении на 4 °С. Это на 8 см меньше, чем в Маскате на побережье Аравийского моря, где прогнозируется медианное повышение уровня моря на 0,64 м (нижняя оценка: 0,44 м, верхняя оценка: 1,04 м). На атлантическом побережье прогнозируется повышение уровня моря на 0,58 м в Танжере (нижняя оценка: 0,39 м, верхняя оценка: 0,98 м). При глобальном потеплении на 1,5 °С медианное

<sup>5</sup> Некоторые отдельные ячейки заметно отличаются по значению от соседних (например, на черноморском побережье Турции по сценарию PTK8.5). Это вызвано тем, что индекс аридности рассчитывается как общее количество осадков за год, деленное на потенциальную эвапотранспирацию (см. Приложение). Таким образом, он изменяется строго нелинейно, и поэтому межгодовые вариации могут быть значительными. Поскольку средние значения рассчитываются по относительно небольшому количеству имитационных моделей, это может приводить к таким локальным скачкам.

повышение уровня моря на 0,34 м, 0,35 м и 0,39 м прогнозируется для Туниса, Танжера и Маската.

### 2.1.3 Воздействие на конкретные секторы и тематические области

#### 2.1.3.1 Взаимозависимость между сельским хозяйством, водными ресурсами и продовольственной безопасностью

В регионе Ближнего Востока и Северной Африки водные ресурсы ограничены, годовое количество осадков по большинству земельных площадей составляет менее 300 мм (нижний предел для богарного земледелия: 200–300 мм). Полузасушливые полосы вдоль побережья и гор являются единственными источниками воды и располагают плодородными землями для богарного земледелия. Годовой объем возобновляемых водных ресурсов в большинстве стран не превышает 1000 м<sup>3</sup> в расчете на душу населения (за исключением Ирака, Омана, Сирии и Ливана), а в Кувейте составляет лишь 50 м<sup>3</sup> на душу населения. Дефицит воды не позволяет странам производить на своей территории все необходимые продукты питания и обречает регион на зависимость от импорта продовольствия. Исходя из текущей ситуации критической нехватки воды и пахотных земель, потепление как на 2 °С, так и на 4 °С приведет к увеличению давления на водные ресурсы и сельское хозяйство.

- **Пахотные земли:** более теплый и сухой климат, по прогнозам, приведет к смещению зон растительности и сельского хозяйства дальше на север (например, на 75 км в период 2090–2099 годов относительно 2000–2009 годов при глобальном потеплении на 4 °С).
- **Продолжительность периода вегетации:** сокращение количества осадков и повышение температур приведет к середине столетия (в 2031–2050 годы) к сокращению периода вегетации пшеницы во многих частях региона примерно на две недели. Предполагается, что в Тунисе период роста пшеницы сократится на 10 дней при потеплении на 1,3 °С, на 16 дней при потеплении на 2 °С, на 20 дней при потеплении на 2,5 °С и на 30 дней при потеплении на 4 °С.
- **Урожайность культур:** ожидается снижение урожайности культур на 30 процентов при потеплении на 1,5–2 °С и до 60 процентов при потеплении на 3–4 °С, при наличии региональных колебаний и без учета адаптации. К середине столетия снижение урожайности культур на 1,5–24 процентов прогнозируется в западной части Магриба и на 4–30 процентов в отдельных областях Машрика. В наибольшей степени пострадают урожай бобовых и кукурузы в обоих районах, поскольку они выращиваются летом.
- **Животноводство:** изменение климата окажет многообразное воздействие на производство продуктов животноводства, в том числе приведет к изменению качества и количества кормов, изменению продолжительности сезона выпаса, дополнительному тепловому стрессу, сокращению объема питьевой воды и к изменению болезней скота и переносчиков инфекции.

Неопределенность прогнозов объясняется различиями в подходах, применяемых климатических моделях, а также продолжающимся воздействием CO<sub>2</sub>, поскольку увеличение концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере способно повысить эффективность потребления воды растениями (и тем самым урожайность культур).

В результате регионального потепления и изменений в характере осадков прогнозируется сокращение доступности водных ресурсов

на большинстве территорий региона на протяжении XXI века. Например, в восточной части Анатолийского плоскогорья (в верховьях рек Евфрат и Тигр) при потеплении на 4 °С прогнозируется сокращение поверхностных стоков на 25–55 процентов.

Горные районы в Марокко, Алжире, Ливане, Сирии, Ираке, Иране и Турции играют важную роль в водоснабжении региона, поскольку они сохраняют часть осадков в виде снега. При прогнозируемом сокращении выпадения снега и запасов воды в снежном покрове сток талой воды будет смещаться на более ранние месяцы, приводя к неблагоприятным последствиям для систем нижнего течения рек и водообеспечения отдаленных районов. Например, в бассейне верховьев реки Нахр эль-Кальб в Ливане прогнозируется сокращение снежной массы на 40 процентов при потеплении на 2 °С и на 70 процентов при потеплении на 4 °С. Таким образом, периоды засухи будут наступать на 15–20 дней раньше при потеплении на 2 °С и более чем на месяц раньше при потеплении на 4 °С.

#### 2.1.3.2 Опустынивание, засоление и пыльные бури

Роль изменения климата в опустынивании варьируется в зависимости от местных условий, при этом взаимодействие между вызывающими его факторами может быть разноплановым. Повышение температур и эвапотранспирации, изменение режима выпадения осадков и увеличение или изменение частоты экстремальных явлений могут непосредственно вызвать или ускорить процессы опустынивания. Занятый в основном засушливыми землями, регион нередко оказывается под угрозой пыльных бурь, приносящих урон и разрушения населению, сельскому хозяйству и экономике. Несмотря на отсутствие непосредственных исследований по прогнозированию пыльных бурь в регионе, исходя из климатических моделей, можно говорить о том, что ветер является основным фактором этого явления. Однако до сих пор региональных исследований по изменениям ветрового режима в регионе не проводилось, и будущие тренды приходится выводить из данных глобальных исследований.

Повышение засоления при изменении климата характерно для всех водных ресурсов в регионе. Плотно населенные прибрежные районы региона наиболее подвержены вызванному изменением климата процессу засоления (интрузии морской воды), который ускоряется в результате повышения уровня моря под воздействием изменения климата. Между тем засоление рек зафиксировано в исследованиях Евфрата и Тигра, реки Иордан и Нила.

Однако засоление является комплексным процессом, и изменение климата представляет лишь один из важных факторов (включающих ирригацию, забор воды и оседание грунта). Ожидается, что изменение климата и, в частности, прогнозируемое усиление засушливости, будут усиливать эти другие факторы (например, в связи с необходимостью увеличения масштабов орошения).

#### 2.1.3.3 Здоровье населения

В настоящее время в регионе возобновляется рост ряда трансмиссивных и вирусных заболеваний, распространение которых прежде снижалось. Изменение климата может осложнить борьбу с этими заболеваниями, в том числе с такими трансмиссивными болезнями, как малярия, лимфатический филяриоз и лейшманиоз. Кроме этого, вспышки холеры (которые связаны с высокими температурами и могут возникать после экстремальных погодных явлений, нарушающих водоснабжение) в последние годы являлись причиной случаев смерти в Ираке, Исламской Республике Иран и Республике Йемен.

Для региона Ближнего Востока и Северной Африки уже характерны очень высокие летние температуры, в связи с чем население региона становится особенно чувствительным к дальнейшему росту температур. При глобальном потеплении на 2 °С в ряде столиц ожидается увеличение среднегодового количества жарких дней с

исключительно высокими температурами и условиями значительного теплового дискомфорта – с 4 до 62 дней в Аммане (Иордания), с 8 до 90 дней в Багдаде (Ирак) и с 1 до 71 дня в Дамаске (Сирия). Самый значительный рост ожидается в Эр-Рияде (Саудовская Аравия), где количество жарких дней, по прогнозам, увеличится с 3 до 132 дней в году. При глобальном потеплении на 4 °С среднее количество жарких дней во всех этих городах, согласно прогнозам, превысит 115 дней в году.

#### 2.1.3.4 Миграция и безопасность

Обзор литературы выявил в регионе наличие связи между изменением климата и миграцией. Ожидается, что варианты миграции при глобальном потеплении будут более ограниченными. Внутренняя миграция останется значительной, но традиционные модели мобильности могут быть нарушены. Многие будут вынуждены уехать, тогда как другим, находящимся в ловушке бедности, придется остаться. Это указывает на необходимость решения проблемы миграции, связанной с климатом, не только в контексте изменения климата, но и в рамках экономики, культуры, технологий и политики.

Изменение климата может стать в регионе фактором роста угроз, оказывая дополнительное давление на и без того скудные ресурсы и усиливая уже существующие угрозы, такие как политическая нестабильность, бедность и безработица. Это может создать условия для возникновения социальных потрясений и вооруженных конфликтов. Установление прямой связи между изменением климата и конфликтами представляется сложной задачей вследствие противоречивости выводов и различия методов. В одних случаях выводы основаны на одном чрезвычайном событии; в других случаях изменчивость осадков или температур используется в качестве индикаторов долгосрочных изменений; а в некоторых случаях исследуется краткосрочное потепление. Для изучения и установления связи между изменением климата и конфликтами и увязки миграции и конфликтов не с отдельными климатологическими катастрофами, а с долговременным изменением климата необходимы дальнейшие исследования.

#### 2.1.3.5 Инфраструктура побережья и туризм

Страны Ближнего Востока и Северной Африки подвержены риску воздействий повышения уровня моря. Население зоны риска в прибрежных городах составляло в 2010 году примерно 60 млн человек; прогнозируется рост этого числа до 100 млн к 2030 году. В исследовании по 136 прибрежным городам, в котором социально-экономические факторы уязвимости были отделены от последствий повышения уровня моря, к особо уязвимым при повышении уровня моря на 0,2 м к 2050 году были отнесены Александрия, Бенгази и Алжир. В исследовании прогнозируется, что в случае отсутствия защиты от затоплений последствия повышения уровня моря приведут к увеличению ущерба с 16,5 млрд долл. США до 50,5 млрд долл. США в Александрии, с 1,2 млрд долл. США до 2 млрд долл. США в Бенгази и с 0,3 млрд долл. США до 0,4 млрд долл. США в Алжире. При повышении уровня моря на 0,4 м ежегодные убытки возрастут до 58 млрд долл. США, 2,7 млрд долл. США и 0,6 млрд долл. США для этих трех городов соответственно. Повышение уровня моря на один метр может затронуть 10 процентов населения Египта, 5 процентов его городских районов и вызвать сокращение ВВП страны на 6 процентов. По оценке одного исследования, при повышении уровня моря на 0,30 м (по прогнозам этого исследования, это произойдет в 2025 году) будут затоплены 30 процентов территории Александрии с пригородами, что вынудит 545 тысяч человек покинуть свои дома и земли и приведет к

потере 70 500 рабочих мест. При повышении уровня моря на 0,5 м, прогнозируемом на 2050 год, по расчетам того же исследования, около 1,5 млн человек будут перемещены и будет потеряно около 195 500 рабочих мест.

Последствия изменения климата для туризма не ясны в силу других, неклиматических аспектов туризма, таких как изменения в стоимости проезда, спроса и вариантов туристических направлений.

#### 2.1.3.6 Энергетические системы

Три вида факторов стресса, относящиеся к изменению климата, потенциально способны воздействовать на тепловую энергетику и гидроэнергетику: 1) повышение температуры воздуха может привести к снижению эффективности преобразования тепловой энергии; 2) изменение водного режима и температуры воды может вызвать сокращение имеющихся объемов и снижение эффективности использования воды для охлаждения; 3) экстремальные погодные явления могут нанести ущерб производственным предприятиям и системам распределения. Публикуемые на английском языке региональные исследования с количественными данными о воздействии изменения климата на производство термоэлектричества на Ближнем Востоке и в Северной Африке отсутствуют. Что касается Северной Африки, то в одном исследовании прогнозируется сокращение производства гидроэлектростанции почти на 0,5 процента при потеплении на 2 °С по сравнению с уровнем производства в 2005 году в результате изменений речных стоков. В том же исследовании прогнозируется сокращение производства на Ближнем Востоке на 1,4 процента.

### 2.1.4 Обзор проекций регионального развития

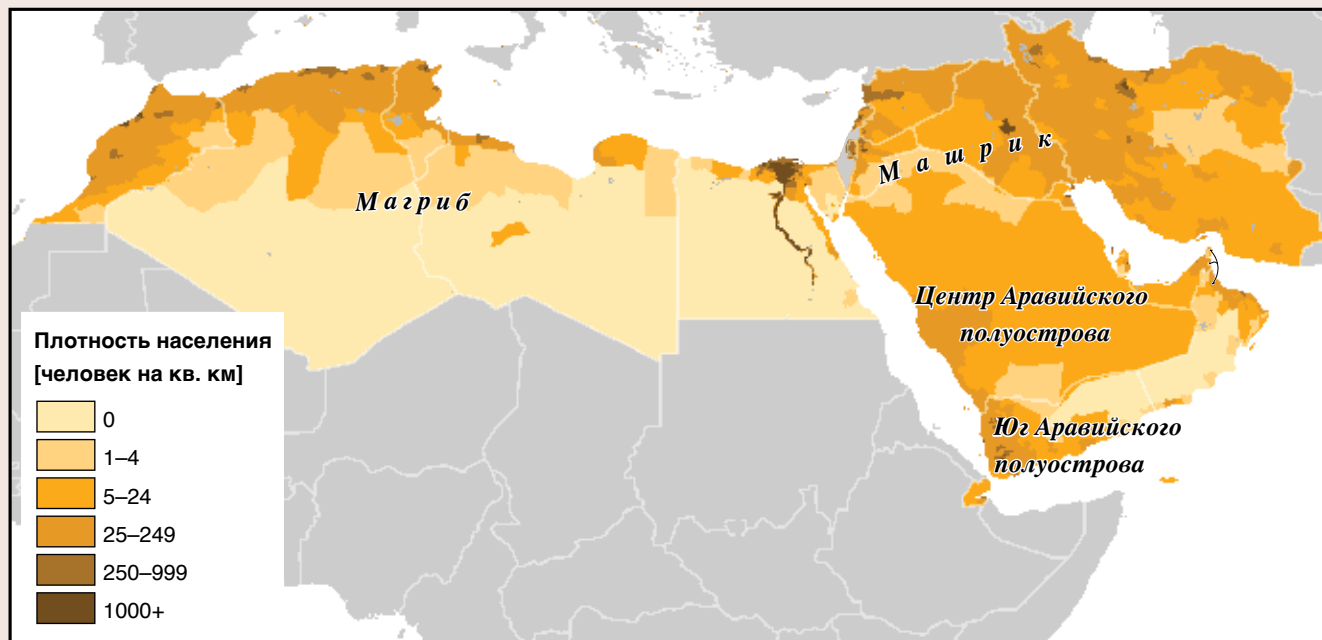
Во вставке 2.1 приводится обзор основных климатических рисков в регионе. Проекция развития исходит из последствий изменения климата, проанализированных в основном докладе (см. таблицу 4.10, раздел 4.5). Проекция развития исходит из последствий изменения климата, проанализированных в настоящем докладе (таблица 4.10) и более подробно изложенных в разделе 4.5. Регион Ближнего Востока и Северной Африки является одним из наиболее климатически уязвимых регионов мира. При его значительной и возрастающей зависимости от импорта регион особенно уязвим перед воздействием изменений климата на мировое и отечественное сельскохозяйственное производство и связанными с ними резкими скачками цен на продукты питания. Хотя они никогда не бывают вызваны только одной причиной, такие связанные с климатом сигналы рынка могут активизировать социальные волнения и мотивировать миграцию, а также оказывать устойчивое влияние на уровень бедности в регионе. Бедные слои как сельского, так и городского населения серьезно пострадают от последствий в сельском хозяйстве, поскольку бедные фермеры в сельских районах особенно уязвимы перед лицом голода и недостаточного питания, а по неимущим горожанам больно ударяет рост цен на продукты питания.

Несмотря на то что биофизические воздействия лишь незначительно варьируются по региону, существует четкое разделение в отношении уязвимости и социально-экономических последствий между богатыми (нефтью) арабскими странами Персидского залива и другими странами региона. Первые располагают финансовыми средствами, благодаря которым они могут позволить себе меры по адаптации, такие как опреснительные технологии и импорт продовольствия.

Во вставке 2.2 обобщаются прогнозируемые последствия изменения климата в основных секторах региона.



## Вставка 2.1: Субрегиональные риски для развития стран Ближнего Востока и Северной Африки (БВСА) при потеплении на 4 °С к 2100 году по сравнению с температурами доиндустриального периода



### Магриб

Сильное потепление, сокращение годового объема осадков, повышение нагрузки на водные ресурсы и снижение продуктивности сельского хозяйства.

*Риски, связанные с изменением климата, чреватые серьезными последствиями для источников доходов фермеров, национальной экономики и продовольственной безопасности. Существует риск ускорения темпов миграции в города, возникновения общественных волнений и конфликтов с применением насилия.*

### Машрик и восточные регионы

Необычайно высокие температуры и уменьшение годового объема осадков приведут к усилению аридности, сокращению запаса талых снеговых вод и речного стока, например, в реках Иордан, Евфрат и Тигр. Неблагоприятные последствия для преимущественно богарного сельского хозяйства и производства продовольствия.

*Риски, связанные с изменением климата, чреватые серьезными последствиями для источников доходов фермеров, национальной экономики и продовольственной безопасности. Существует риск ускорения темпов миграции в города и возникновения социальных конфликтов.*

### Аравийский полуостров

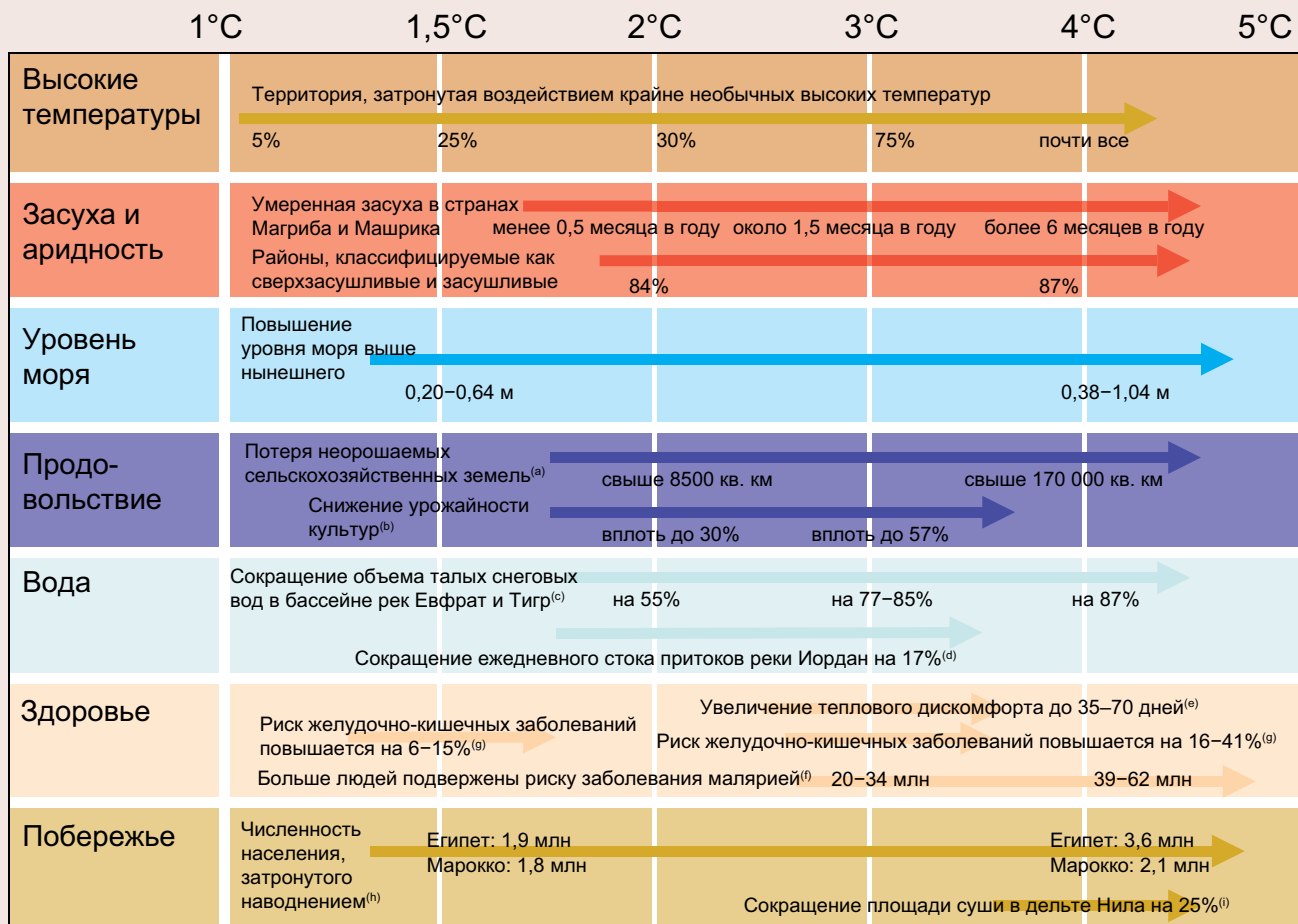
Необычные экстремально высокие температуры в центре Аравийского полуострова. В южных частях относительный рост годового объема осадков, однако в центральной части неопределенность тренда годового объема осадков. Повышение уровня Аравийского моря, вероятно, более значительное, чем в Средиземноморье и на Атлантическом побережье, откуда опасность штормовых приливов и неблагоприятных последствий для инфраструктуры.

*Ожидаемое усиление экстремальной жары приведет к росту теплового дискомфорта и будет угрожать производительности труда и здоровью населения.*

Эта карта была воспроизведена Картографическим отделом Группы Всемирного банка. Национальные границы, цвета, обозначения и прочая информация, указанная на этой карте, не являются выражением мнения Группы Всемирного банка относительно юридического статуса какой-либо территории и не означают подтверждения или признания таких границ. В качестве основы использована карта плотности населения, подготовленная на базе разработок Центра для международной информационной сети по наукам о Земле Колумбийского университета, Продовольственной и сельскохозяйственной Организации Объединенных Наций и Международного центра по сельскому хозяйству в тропических зонах: Center for International Earth Science Information Network, Columbia University; United Nations Food and Agriculture Programme; and Centro Internacional de Agricultura Tropical – (2005). Gridded Population of the World, Version 3 (GPWv3): Population Count Grid. Palisades, NY: NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC).

### Вставка 2.2. Прогнозируемые последствия изменения климата для ключевых секторов в регионе Ближнего Востока и Северной Африки

Уровень потепления по сравнению с температурами доиндустриального периода. Перечисленные здесь последствия являются частью последствий, приводимых в таблице 4.10 основного доклада. Стрелки указывают исключительно на диапазон уровня потепления, оценивавшийся в соответствующих исследованиях, но не подразумевают какой-либо классификации степени риска, если прямо не указано иное. Кроме того, не представлены наблюдаемые последствия или последствия, возникающие при более низких или более высоких уровнях потепления, которые не рассматривались в упомянутых здесь ключевых исследованиях (например, усиление засух и аридности наблюдается уже в настоящее время, но в соответствующем исследовании не оцениваются последствия при повышении температуры менее чем на 1,5 °C). Здесь не дается оценка мер по адаптации, хотя они могут иметь решающее значение для облегчения последствий изменения климата. Макет диаграммы подготовлен на основе работы Parry (2010). Сноски в виде латинских букв указывают на источник, в котором рассматривались соответствующие последствия<sup>6</sup>. Отсутствие такой сноски означает, что результаты основаны на дополнительном анализе, проведенном при подготовке данного доклада.



<sup>6</sup> (a) Evans (2008); (b) различные исследования, см. таблицу 4.1; (c) Bozkurt and Sen (2013); (d) Samuels et al. (2010); (e) Giannakopoulos et al. (2013); (f) van Lieshout et al. (2004); (g) Kolstad and Johansson (2011); (h) Brown et al. (2011); (i) Dasgupta et al. (2009).



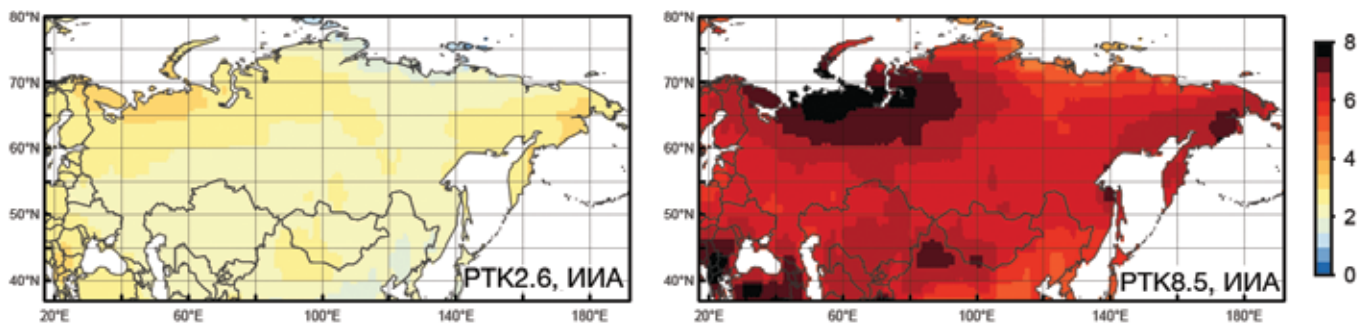


## Европа и Центральная Азия

Регион Европы и Центральной Азии характеризуются широким спектром географических особенностей, начиная от горных массивов до побережья Западных Балкан и от обширных равнин Центральной Азии до российских бореальных лесов. При повышении температур на 4 °С Западным Балканам и Центральной Азии угрожают экстремальная жара и дефицит водных ресурсов. Это включает раннее таяние ледников в Центральной Азии и смещение сроков притока воды, а также повышенный риск засухи на Западных Балканах при возможном снижении урожайности культур, ухудшении здоровья населения в городах и сокращении производства энергии. Например, в Македонии при потеплении на 2 °С прогнозируются потери урожая кукурузы, пшеницы, овощей и винограда в размере до 50 процентов. Ожидается незначительное повышение риска наводнений вдоль рек Дунай, Сава и Тиса, а также незначительное сокращение числа наводнений за 100-летний период прогнозируется в южной части Западных Балкан. При потеплении на 2 °С в середине XXI века в России при таянии вечной мерзлоты возможно увеличение выбросов метана на 20–30 процентов.



**Рисунок 3.1:** Рассчитанная с использованием нескольких моделей средняя температурная аномалия в регионе Европы и Центральной Азии по сценариям РТК2.6 (при глобальном потеплении на 2 °С, слева) и РТК8.5 (при глобальном потеплении на 4 °С, справа) для летних месяцев июнь–июль–август.



Температурные аномалии в градусах Цельсия усреднены на период 2071–2099 годов относительно периода 1951–1980 годов.

### 3.1 Краткие сведения о регионе

В настоящем докладе регион Европы и Центральной Азии включает 12 стран<sup>7</sup> в пределах Центральной Азии и Западных Балкан, а также Российскую Федерацию. Регион характеризуется широким спектром географических особенностей – от горных массивов и части побережья Западных Балкан до обширных равнин Центральной Азии и российских бореальных лесов. Регион населяют 226 млн человек; однако население распределено неравномерно – в Казахстане приходится всего 6 жителей на квадратный километр, а в Косово – 166. Уровень урбанизации составляет около 50 процентов. В России и на Западных Балканах прогнозируется небольшое сокращение численности населения, тогда как в Центральной Азии ожидается резкий рост численности населения к 2050 году.

Значение региона тесно связано с его богатыми природными ресурсами, в том числе запасами газа и нефти, а также углерода, который хранится в бореальных лесах (извлечение и поддержание уровня которого влияет на достижение целей в области смягчения последствий изменения климата в мировом масштабе). Вследствие рисков географического характера, а также относительно высокой доли сельского хозяйства в региональном ВВП, повышения в последние годы уровня бедности, проявлений неравенства и относительно низкого уровня социальных услуг и государственной инфраструктуры, регион весьма подвержен риску воздействия изменения климата.

С точки зрения климата регион носит четко дипольный характер: при глобальном потеплении на 4 °С районы в юго-западной части становятся более сухими, а в северо-восточной – более влажными. Такие условия потепления создают высокий уровень риска засухи на западе и проблемы в отношении устойчивого снабжения пресной водой на востоке, где изменения в количестве осадков сочетаются с таянием ледников, воздействующим на сезонный характер речного стока.

<sup>7</sup> Регион Европы и Центральной Азии в настоящем докладе включает следующие страны: Албания, Босния и Герцеговина, Казахстан, Косово, Кыргызская Республика, бывшая югославская Республика Македония, Российская Федерация, Сербия, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан и Черногория.

#### 3.1.1 Региональные тенденции в изменении климата

##### 3.1.1.1 Температура

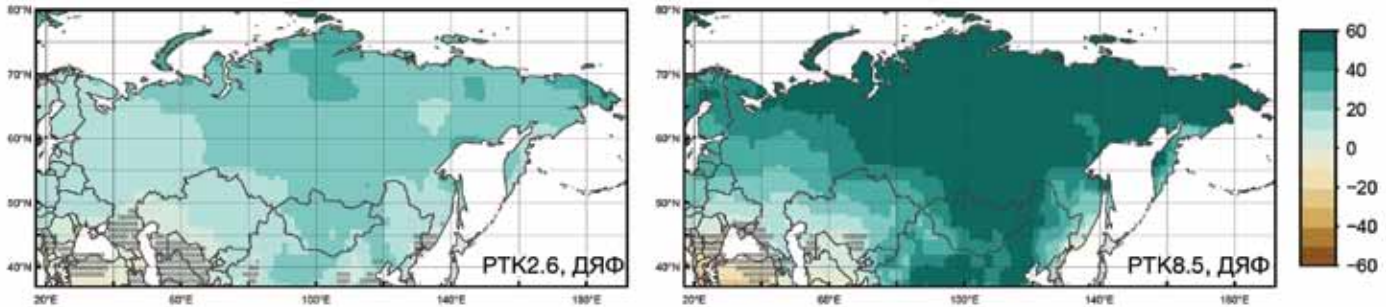
Потепление на всей территории Европы и Центральной Азии прогнозируется ниже среднемирового уровня на материковой части региона. При глобальном потеплении на 2 °С рассчитанный с использованием нескольких моделей средний уровень потепления к концу столетия превысит уровень базового периода 1951–1980 годов на 2,5 °С. Этот уровень потепления будет достигнут к середине столетия и затем стабилизируется до конца столетия при глобальном потеплении на 2 °С. В отличие от этого, при глобальном потеплении на 4 °С потепление в летний период продолжится практически линейно до конца столетия, достигнув к 2100 году на материковой части территории региона превышения уровня базового периода 1951–1980 годов примерно на 8,5 °С (рисунок 3.1). Наиболее резко выраженное потепление прогнозируется на севере России в районе, граничащем с Баренцевым и Карским морями, вдоль черноморского побережья (включая Балканы), а также в северном Китае и Монголии. В этих районах средние летние температуры к 2071–2099 годам возрастут примерно на 3,5 °С при глобальном потеплении на 2 °С и на 7,5 °С при глобальном потеплении на 4 °С.

##### 3.1.1.2 Экстремально высокие температуры

Одним из наиболее явных признаков изменения климата служит значительный рост превышающих пороговые величины экстремально высоких температур<sup>8</sup> в районе, прилегающем к Черному морю (и, в частности, на Балканах). В этих районах даже при глобальном потеплении на 2 °С *крайне необычная* экстремальная жара, при температурах выше трех стандартных отклонений от среднего базового уровня, будет стоять на протяжении 20–30 процентов летних месяцев к 2100 году, а *беспрецедентная* экстремальная жара будет наблюдаться в течение 5–10 процентов летних месяцев. Для региона в целом прогнозируется, что под воздействием *крайне необычных*

<sup>8</sup> В настоящем докладе *крайне необычные* экстремально высокие температуры обозначают отклонения в 3 сигмы, а *беспрецедентные* экстремально высокие температуры – отклонения в 5 сигм (см. Приложение).

**Рисунок 3.2:** Рассчитанное с использованием нескольких моделей изменение среднего показателя засушливости (ИА) в регионе Европы и Центральной Азии по сценариям РТК2.6 (при глобальном потеплении на 2 °С, слева) и РТК8.5 (при глобальном потеплении на 4 °С, справа) к периоду 2071–2099 годов по сравнению с периодом 1951–1980 годов.



Заштрихованные участки означают зоны неопределенности, когда две или более из пяти моделей показывают иную динамику изменений. Следует отметить, что отрицательное изменение означает, что условия стали более засушливыми<sup>9</sup>.

экстремально высоких температур к концу столетия окажется около 15 процентов территории при глобальном потеплении на 2 °С, тогда как *беспрецедентных* экстремально высоких температур практически не будет. В отличие от этого, при глобальном потеплении на 4 °С на 85 процентах территории региона прогнозируются *крайне необычные* экстремально высокие температуры; на 55 процентах территории к 2100 году прогнозируются *беспрецедентные* экстремально высокие температуры. Экстремально высокие температуры ожидаются преимущественно к югу от приблизительно 50-й параллели северной широты, простираясь от Балкан до Японии. Ожидается увеличение количества тропических ночей к югу от приблизительно 50-й параллели северной широты на 20–30 суток при глобальном потеплении на 2 °С и на 50–60 суток при глобальном потеплении на 4 °С.

### 3.1.1.3 Осадки

Базовая концепция, согласно которой при изменении климата «сухое становится еще более сухим, а влажное – более влажным», представляет правильную оценку первого порядка в отношении Европы и Центральной Азии. Относительное повышение влажности на северо-востоке (в Сибири) служит наиболее явным признаком, возможно связанным со смещением путей движения штормов. Увеличение количества осадков намного более резко выражено зимой, чем летом.

Несмотря на общую негативную тенденцию в плане экстремальных осадков, при глобальном потеплении на 2 °С региональные и сезонные прогнозы в отношении Балкан остаются неопределенными. В то же время, по прогнозам, при глобальном потеплении на 4 °С они сократятся на 20–30 процентов. Хотя прогнозы относительно осадков для стран Центральной Азии страдают существенными неточностями вследствие наличия неопределенностей в моделях, общий тренд усиления интенсивности осадков здесь ниже среднемирового показателя.

Центральная и Восточная Сибирь – это один из регионов, в которых ожидается наиболее резкое увеличение интенсивности осадков. Явления обильных осадков с периодичностью 20 лет, согласно прогнозам, в данном регионе увеличатся более чем на 30 процентов, а периодичность таких экстремальных явлений при глобальном потеплении на 4 °С с исходного 20-летнего уровня (1986–2005 годы) сократится к концу XXI века до менее пяти лет.

Изменения будут намного слабее (рост интенсивности более чем на 10 процентов при периодичности 10–15 лет) при глобальном потеплении на 2 °С.

### 3.1.1.4 Засухи и засушливость

При глобальном потеплении на 2 °С территории региона, подверженные засушливости, увеличатся примерно на 5 процентов; при глобальном потеплении на 4 °С площадь территорий, относимых к категории сверхзасушливых, засушливых или полузасушливых, возрастут более чем на 30 процентов (рисунок 3.2). В районе Западных Балкан прогнозируется усиление засухи. Хотя изменения в годовом количестве осадков незначительны, Балканы и регион, прилегающий к Каспийскому морю, согласно прогнозам, станут более засушливыми в результате повышения сухости климата, вызванного потеплением.

Прогнозы относительно будущих засух воспроизводят общую тенденцию к повышению влажности климата. Некоторые прогнозы демонстрируют даже отрицательное изменение риска засухи в Восточной Сибири при глобальном потеплении на 4 °С. Прогнозы для центральной и восточной России, между тем, являются неопределенными.

## 3.1.2 Повышение уровня моря в регионе

Рассматриваемые страны региона ЕЦА (за исключением России) занимают относительно небольшую часть побережья, попадающего под воздействие повышения уровня моря. Повышение уровня моря в регионе прогнозируется в среднем на 0,52 м (0,37–0,9 м) при глобальном потеплении на 4 °С в период 2081–2100 годов с исходного уровня в период 1986–2005 годов, при темпах повышения на 10,1 мм в год (5,9–19,6 мм/г) в период 2081–2100 годов. Это несколько ниже среднемирового показателя. Один из наиболее уязвимых участков побережья в регионе является дельта рек Дрины и Мати в

<sup>9</sup> Некоторые отдельные ячейки заметно отличаются по значению от соседних. Это вызвано тем, что индекс аридности рассчитывается как частное от деления общего количества осадков за год на потенциальную эвапотранспирацию (см. Приложение). Таким образом, он изменяется строго нелинейно, и поэтому межгодовые вариации могут быть значительными. Поскольку средние значения рассчитываются по относительно небольшому количеству имитационных моделей, это может привести к локальным скачкам.

Албании. Уровень Каспийского моря, полностью изолированного от мирового океана, по прогнозам, снизится на 4,5 м к концу столетия в результате усиления испарений.

### 3.1.3 Воздействие на конкретные секторы и тематические области

#### 3.1.3.1 Ледники и снежный покров

На протяжении XXI века ожидается дальнейшее увеличение водостока с ледников. В прогнозах относительно изменения ледников используются различные сценарии применительно к разным географическим районам в отношении разных исходных периодов, что затрудняет прямое сопоставление сценариев. Однако во всех прогнозах ожидается сокращение объемов ледников более чем на половину к 2100 году. Утрата запасов воды приведет к увеличению водостока в предстоящие десятилетия, за которым последует значительный дефицит запасов и полное их истощение.

Основным фактором, вызывающим изменение объема ледников и снежного покрова, служит температура воздуха. По прогнозам, в Центральной Азии будет утрачено примерно 50 процентов (31–66 процентов) ледников при глобальном потеплении на 2 °С и порядка 67 процентов (50–78 процентов) ледников при глобальном потеплении на 4 °С. Повышение температуры более чем на 1,1 °С приведет к полному таянию ледников на Балканах (Албанские Альпы и Черногорский Дурмитор) в течение десятилетий.

#### 3.1.3.2 Водные ресурсы

Речные стоки в Центральной Азии будут в целом ниже в летние месяцы в период вегетации, а зимой поверхностные стоки могут увеличиваться. Изменение климата в регионе, вероятно, будет иметь последствия для сезонного характера стоков, можно ожидать смещения максимальных стоков с лета на весну в результате более раннего таяния снега. Это может привести к увеличению дефицита воды, в частности в нерегулируемых водосборных бассейнах рек. Годовой объем воды в реках вряд ли заметно сократится, по крайней мере до середины столетия, когда истощение ледников вызовет явное сокращение объема воды в реках Центральной Азии. В скором времени усиление таяния ледников обеспечит дополнительное поступление воды в реки, хотя в более отдаленном будущем, когда ледники будут сокращаться, они прекратят играть роль буфера. Такое воздействие будет более явно выраженным в отношении Амударьи в силу того, что доля воды, фактически поступающей от таяния ледников, в ней больше, чем в Сырдарье.

Существует очень мало научных исследований, посвященных региональным последствиям для водных ресурсов и уровня речных стоков в западных балканских странах, а большинство прогнозов проводится в более широких, европейских масштабах. В частности, не существует гидрологических данных о всей территории, особенно начиная с 1990-х годов. Предполагается, что наличие воды на Балканах в летние месяцы значительно снизится к концу столетия. В северных районах Балкан может возрасти риск весенних и зимних речных паводков. Результаты глобального исследования указывают на резкое сокращение годового водостока в Западных Балканах более чем на 45 процентов при глобальном потеплении на 4 °С.

#### 3.1.3.3 Сельское хозяйство

Сельскохозяйственный сектор Центральной Азии в большой степени зависит от наличия воды для орошения, и изменение климата оказывает на сельское хозяйство как в Центральной Азии, так и Западных Балканах значительное воздействие. Изменение характера

осадков, сокращение водостока в бассейнах крупных рек и повышение температур будут создавать дополнительное напряжение в отношении водных ресурсов (и в то же время повышать потребности в воде для сельского хозяйства). Продолжительные периоды превышения средних температур будут усугублять тепловой стресс для сельскохозяйственных культур, приводя к снижению продуктивности растений. При этом весьма вероятно, что засухи будут вести к усилению опустынивания в Кыргызской Республике и Казахстане.

- **Урожайность.** В регионе урожайность некоторых культур, в том числе люцерны, кормовых трав и пшеницы, согласно прогнозам, местами будет возрастать. Однако подавляющее большинство результатов указывает на сокращение урожайности культур. Вероятно также, что изменение климата приведет к усилению теплового стресса и изменению речных стоков, которые в долгосрочной перспективе вызовут снижение урожайности в сельском хозяйстве. В районе Западных Балкан увеличение засух создаст одну из главных угроз для сельскохозяйственного производства при изменении климата; такие же последствия будут иметь учащение экстремальных дождей и паводков.
- **Животноводство.** Повышение температур и сокращение водных ресурсов отрицательно скажется на производстве продукции животноводства. Ожидается снижение темпов роста и обновления пастбищ в некоторых районах Центральной Азии. Если производители будут реагировать на эти изменения увеличением поголовья скота, пастбища могут подвергнуться дополнительному риску чрезмерного стравливания и эрозии. В районах, где прогнозируется рост продуктивности люцерны и кормовых трав (например, в Узбекистане), косвенное воздействие изменения климата на производство продукции животноводства может быть благоприятным.
- **Продовольственная безопасность.** Сельское население в Центральной Азии подвергается особому риску отсутствия продовольственной безопасности, и в последнее время там наблюдались случаи непосредственной угрозы голода. Рост цен на продукты питания, который может последовать за сокращением производства, затронет беднейшие социальные группы (то есть тех, кто тратит большую часть дохода на продукты питания). Однако существуют возможности повышения эффективности регионального сельскохозяйственного производства, например, за счет совершенствования сельскохозяйственной политики и институтов, а также улучшения инфраструктуры и технологий. Наконец, тогда как доступ на международные продовольственные рынки способен обеспечить повышение продовольственной безопасности, регион недостаточно интегрирован в международные торговые сети.

#### 3.1.3.4 Здоровье населения

Ряд заболеваний и нарушений здоровья уже присутствуют на всей территории Восточной Европы и Центральной Азии, и предполагается, что на некоторые из них окажут воздействие такие изменения климата, как повышение температур и увеличение периодичности и интенсивности дождей и засух. Однако неопределенность относительно механизмов воздействия изменения климата на заболеваемость препятствует четким выводам о будущих тенденциях. Но в целом повышение температур соотносится с распространением клещевого энцефалита и переносимой москитами малярии, а также лихорадки денге. Малярия является эндемическим заболеванием в Таджикистане; начиная с 1990-х годов она вновь наблюдается в Узбекистане, Кыргызской Республике и Туркменистане. Кроме

того, имеющиеся данные указывают на повышение риска распространения лихорадки денге в районе Западных Балкан.

Наблюдения прошлых периодов свидетельствуют о том, что повышение температур, а также экстремальные погодные явления, такие как наводнения, могут приводить к заражению питьевой воды, сальмонеллезу, холере, тифу и дизентерии. Фактически данные из Албании и Македонии в районе Западных Балкан, а также Таджикистана и Казахстана в Центральной Азии свидетельствуют о возросшем риске вызванных жарой тепловых ударов и смертных случаев. Сильнейшие паводки, как, например, случившиеся в последние годы в Сербии, а также прорывы ледниковых вод в горах Таджикистана, Узбекистана и Кыргызской Республики увеличивают вероятность травм и утоплений.

### 3.1.3.5 Энергетика

Изменение климата будет оказывать серьезное воздействие на энергетический сектор региона. В Центральной Азии ожидается рост потребности в электроэнергии вследствие роста населения, а также текущего и прогнозируемого экономического роста. Гидроэнергетика может играть важную роль в будущей структуре энергетики стран Центральной Азии, поскольку освоено лишь 8 процентов гидроэнергетического потенциала этого региона. Изменение в климате и таянии ледников в целом означает, что объем воды для выработки энергии может увеличиться, но новая схема межгодового распределения водостока означает, что летом будет меньше воды для производства энергии. Изменения в управлении водохранилищами и необходимость сбалансирования потребностей в воде для сельского хозяйства также могут оказать неблагоприятное воздействие на наличие электроэнергии в летние месяцы.

В результате изменений температуры воды в реках и речного стока мощность ядерных и работающих на ископаемом топливе электростанций в Южной и Восточной Европе может сократиться на 6,3–19 процентов в Европе в период 2031–2060 годов по сравнению с уровнем производства в период 1971–2000 годов. Кроме того, в результате учащения засух и экстремально низких речных стоков среднее количество дней, в течение которого производство электроэнергии будет сокращаться более чем на 90 процентов, согласно прогнозам, возрастет в три раза: с 0,5 дня в год (в настоящее время) до 1,5 дня в год в период 2031–2060 годов при глобальном потеплении на 1,5 °С. Решение проблемы удовлетворения возрастающих потребностей в энергии на Западных Балканах будет еще более напряженным в связи с сокращением производства электроэнергии из гидроэнергетических источников в результате сокращения осадков.

### 3.1.3.6 Безопасность и миграция

Воздействие изменения климата в Центральной Азии будет усиливаться и содействовать общему отсутствию физической, экономической и экологической безопасности. Основным элементом уязвимости является высокий уровень подверженности густонаселенного района Ферганской долины риску катастрофических наводнений и селей, вызванных прорывом ледниковых озер.

Прогнозировать направления миграционных потоков трудно в силу комплексного характера этих явлений и низкой достоверности данных и наличия значительных пробелов в существующих массивах данных, в частности информации об экологических проблемах (в том числе стихийных бедствиях) и мотивированной экологическими проблемами миграции.

В районе Западных Балкан, особенно в странах, прилегающих к морю, прогнозируются повышение уровня моря и более высокие

температуры; предполагается, что это приведет к увеличению числа людей, переезжающих из прибрежных районов в более прохладные горные районы. Миграция на Западных Балканах уже привела к глубоким демографическим изменениям, которые наряду со старением населения приведет к дальнейшему росту чувствительности в регионе к изменению климата в результате снижения способности к адаптации.

В Центральной Азии большинство населения проживает в климатически горячих точках при прогнозируемом повышении интенсивности и экстремальных явлений (например, лесные пожары, периоды сильной жары, наводнения). Сельское население принадлежит к наиболее уязвимым категориям населения, при этом можно ожидать роста миграции из села в город. Женщины находятся в особо уязвимом положении, поскольку они, как правило, остаются в сельской местности, чтобы вести домашнее хозяйство, а мужчины мигрируют в городские районы. Учитывая тенденции урбанизации в Центральной Азии, подверженность городов риску катастроф может возрастать.

### 3.1.3.7 Леса Российской Федерации

Российские леса занимают большую территорию с огромными запасами углерода в почве и растительности. В прогнозах на будущее ожидаются изменения в продуктивности (как в сторону увеличения, так и уменьшения, в зависимости от видов, района, места и прочего) и составе растительности, которые будут, как правило, более глубокими при глобальном потеплении на 4 °С, чем при глобальном потеплении на 2 °С. Изменения в составе видов в сторону лучше адаптированных пород деревьев могут компенсировать потери в продуктивности, но они будут также вызывать изменение в структуре леса и биоразнообразии.

Регион включает обширный лесной массив, который находится под воздействием вечной мерзлоты, содержащий большие запасы углерода и метана. В целом изменения в потоках углерода, воды и энергии в российских лесах могут серьезно сказаться на наличии местных, региональных и глобальных лесных ресурсов, функционировании экосистем и экосистемных услугах, таких как хранение углерода и биоразнообразие, и даже на обратном воздействии на глобальную климатическую систему. Существуют значительные пробелы в изучении, например воздействия возмущений, таких как пожары и вспышки массового размножения насекомых, на растительный покров или запасы углерода, а также характера изменений продуктивности лесов под воздействием изменения климата при сопутствующих изменениях в условиях роста, режимах вспышек и практике управления лесными ресурсами.

## 3.1.4 Обзор проекций регионального развития

Во вставке 3.1 приводится обзор основных климатических рисков в регионе. Проекция развития исходит из последствий изменения климата, проанализированных в основном докладе (см. таблицу 5.7, раздел 5.5). Ожидается, что усиление изменчивости климата и изменяющийся климат создадут угрозу для сельскохозяйственного производства и энергетики в регионе в результате изменения гидрологического и снежного режима, а также режима ледников. Кроме того, изменение климата во взаимодействии с изменениями в растительности и пожарами угрожает продуктивности леса и хранению углерода в евразийских лесах. Подверженность рискам изменения климата в совокупности с характером социальной нестабильности в регионе может иметь неблагоприятные последствия для основных тенденций развития.



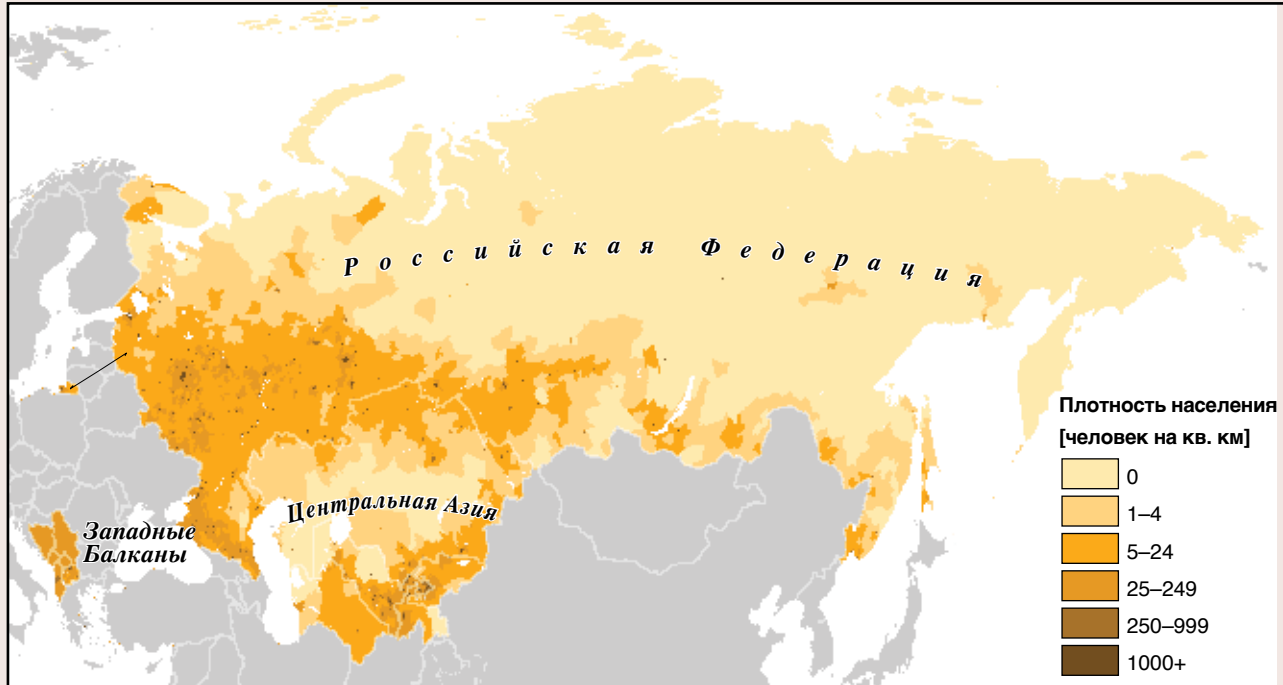
- **В Центральной Азии прогнозируется увеличение водных ресурсов в первой половине столетия и их уменьшение в дальнейшем, что усложнит проблему удовлетворения конкурирующих потребностей в воде для сельскохозяйственного производства и производства гидроэлектроэнергии.** Прогнозируется смещение периода речных стоков с лета на весну, что будет иметь неблагоприятные последствия в отношении наличия воды в критически важные периоды выращивания сельскохозяйственных культур. Усиление изменчивости водостоков, согласно прогнозам, будет увеличиваться в бассейнах всех рек региона. Таким образом, возможно обострение конкуренции за водные ресурсы между основными секторами (например, сельским хозяйством и энергетикой), а также между пользователями воды в районах верхнего и нижнего течения рек. До 2030 года поступление талой ледниковой воды может обеспечить увеличение речного стока и частично компенсировать изменчивость водостока. Однако во второй половине столетия образование стока талой воды в горных районах бассейнов рек, вероятно, значительно сократится. Рост численности населения, который сопровождается увеличением потребностей в воде и электроэнергии, будет создавать дополнительное напряжение в отношении дефицитных ресурсов. Улучшение управления водными ресурсами для ирригации и повышение эффективности ирригационной инфраструктуры, достижения в институциональном и техническом развитии в области сельского хозяйства, комплексные трансграничные мероприятия в бассейнах рек, а также новые возможности занятости вне сельского хозяйства, возможно, будут уравнивать неблагоприятные последствия этих экологических изменений.
- **Экстремальные климатические явления в районе Западных Балкан создают основные риски для сельскохозяйственных систем, энергетики и здоровья населения.** Неустойчивость Западных Балкан к изменениям климата связана главным образом с дождевым неорошаемым сельскохозяйственным производством

и с тем, что большая часть населения получает доход от сельского хозяйства. Однако существуют прогнозы, указывающие на рост производства орошаемых культур в некоторых частях региона (например, летние зерновые и клубневые растения категории С4 в Сербии). Повышение температур наряду с засухами и экстремальными речными стоками могут создавать дополнительные проблемы для производства электроэнергии. Паводки и оползни последнего времени могут служить иллюстрацией угроз, создаваемых экстремальными явлениями для здоровья и благополучия людей. Кроме того, климатические условия в регионе во все большей степени благоприятствуют распространению лихорадки денге и других трансмиссивных заболеваний.

- **Реагирование лесов в районах вечной мерзлоты и бореальных таежных лесов России на изменение климата имеет последствия для продуктивности и глобальных запасов древесины.** Изменения в потоках углерода, вызванные повышением температур, изменяющимся характером осадков и взаимодействием режимов возмущений в лесах и районах вечной мерзлоты в регионе, могут иметь далеко идущие последствия, сказываясь на глобальных запасах углерода и оказывая воздействие на отражательную способность в северном полушарии. Хотя изменение климата способно повысить продуктивность некоторых пород деревьев, периоды сильной жары, дефицит воды, лесные пожары и возрастающее распространение древесных вредителей и заболеваний могут послужить противовесом для любых положительных воздействий. Совершенствование управления лесными ресурсами и устойчивая вырубка деревьев имеют ключевое значение, равно как и устойчивое и дальновидное управление российскими лесными экосистемами, включая устранение основных пробелов в исследованиях.

Во вставке 3.2 обобщаются прогнозируемые последствия изменения климата в основных секторах региона.

### Вох 3.1: Субрегиональные риски для развития стран Европы и Центральной Азии (ЕЦА) при потеплении на 4 °С к 2100 году по сравнению с температурами доиндустриального периода



#### Запад Балканского полуострова

Усиление засухи, необычные крайне высокие температуры и наводнения. Серьезная опасность для сельского хозяйства, здоровья человека и стабильной выработки электроэнергии гидроэлектростанциями.

*Риски для здоровья человека, продовольственной и энергетической безопасности.*

#### Центральная Азия

Усиленное таяние ледников изменяет речной сток. Опасность прорывов ледниковых озер, наводнений и сезонного дефицита воды. Усиление конкуренции за водные ресурсы в связи с ростом потребности в воде для нужд сельского хозяйства и для выработки электроэнергии.

*Опасность для бедных слоев городского населения, в том числе из-за роста цен на продовольствие, сказывающегося в первую очередь на положении женщин и детей, но также и на бедных слоях городского населения. Риски для здоровья человека, связанные с распространением заболеваний, аномальной жарой и наводнениями.*

#### Бореальные леса Российской Федерации

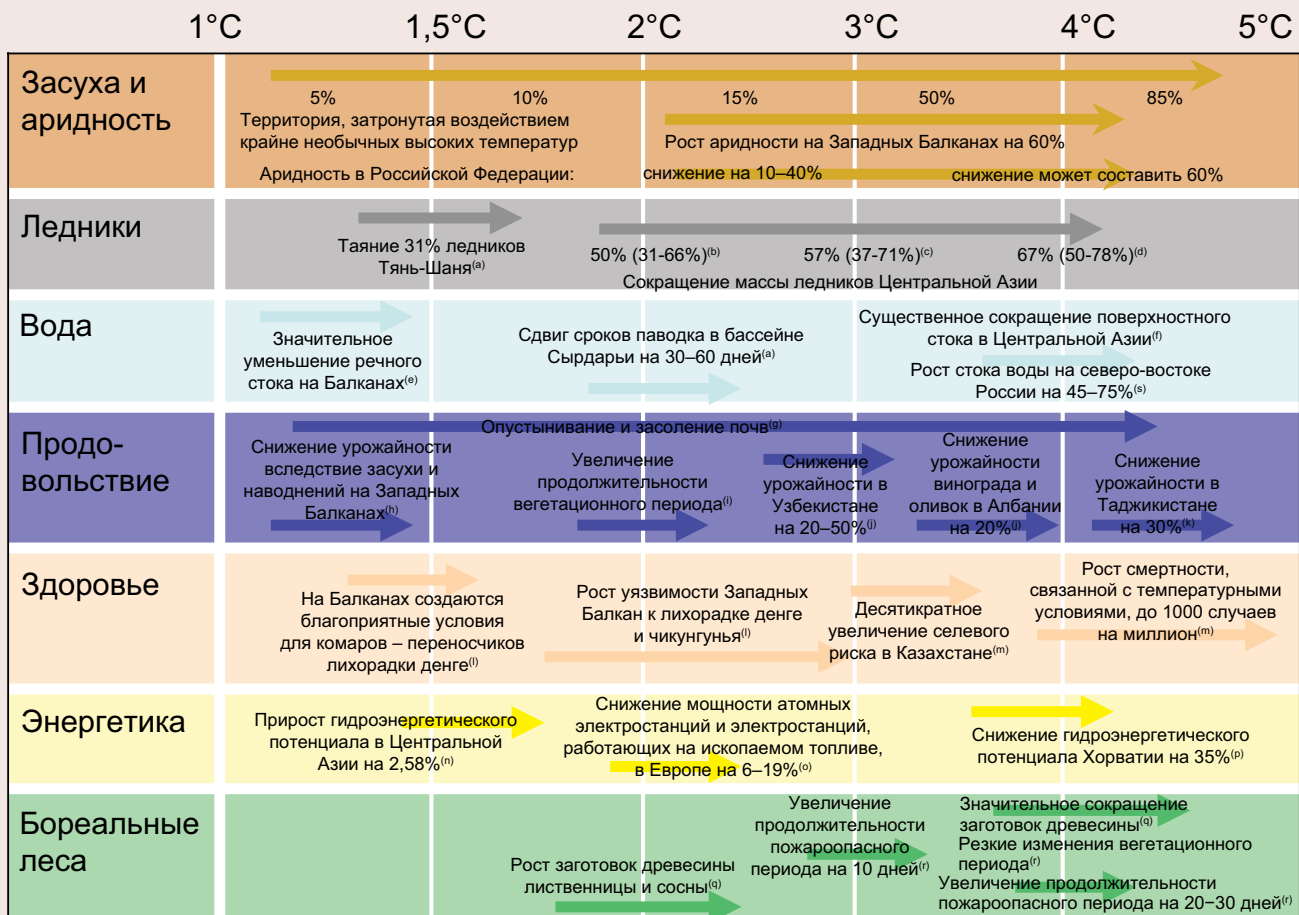
Необычные крайне высокие температуры и повышение годового количества осадков, возрастание риска лесных пожаров и распространения вредителей, ведущего к гибели деревьев и снижению продуктивности лесов. Возможность смещения границ произрастания лесов к северу и изменения видового состава. Опасность таяния вечной мерзлоты и выбросов метана.

*Опасность для производства древесины и экосистемных услуг, в том числе для улавливания углерода. Опасность существенных выбросов углерода и метана.*

Эта карта была воспроизведена Картографическим отделом Группы Всемирного банка. Национальные границы, цвета, обозначения и прочая информация, указанные на этой карте, не являются выражением мнения Группы Всемирного банка относительно юридического статуса какой-либо территории и не означают подтверждения или признания таких границ. В качестве основы использована карта плотности населения, подготовленная на базе разработок Центра для международной информационной сети по наукам о Земле Колумбийского университета, Продовольственной и сельскохозяйственной Организации Объединенных Наций и Международного центра по сельскому хозяйству в тропических зонах: Center for International Earth Science Information Network, Columbia University; United Nations Food and Agriculture Programme; and Centro Internacional de Agricultura Tropical – (2005). Gridded Population of the World, Version 3 (GPWv3): Population Count Grid. Palisades, NY: NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC).

### Вставка 3.2. Прогнозируемые последствия изменения климата для ключевых секторов в регионе Европы и Центральной Азии

Уровень потепления по сравнению с температурами доиндустриального периода. Перечисленные здесь последствия являются частью последствий, приводимых в таблице 5.7 основного доклада. Стрелки указывают исключительно на диапазон уровня потепления, оценивавшийся в соответствующих исследованиях, но не подразумевают какой-либо классификации степени риска, если прямо не указано иное. Кроме того, не представлены наблюдаемые последствия или последствия, возникающие при более низких или более высоких уровнях потепления, которые не рассматривались в упомянутых здесь ключевых исследованиях (например, усиление таяния ледников Тянь-Шаня наблюдается уже сейчас, но в соответствующем исследовании не оцениваются наблюдаемые последствия). Здесь не дается оценка мер по адаптации, хотя они могут иметь решающее значение для облегчения последствий изменения климата. Макет диаграммы подготовлен на основе работы Parry (2010). Сноски в виде латинских букв указывают на источник, в котором рассматривались соответствующие последствия<sup>10</sup>. Отсутствие такой сноски означает, что результаты основаны на дополнительном анализе, проведенном при подготовке данного доклада.



<sup>10</sup> (a) Siegfried et al. (2012); (b) Marzeion et al. (2012); (c) Marzeion et al. (2012); Giesen and Oerlemans (2013) Radic et al (2013); (d) Marzeion et al. (2012), Giesen and Oerlemans (2013), Radic et al (2013); (e) Dimkic and Despotovic (2012); (f) Hagg et al. (2013); (g) Thurnann (2011); World Bank (2013f); World Bank (2013d); World Bank (2013a); (h) Maslac (2012); UNDP (2014); (i) Sutton et al. (2013a); Sommer et al. (2013); (j) Sutton et al. (2013a); (k) World Bank (2013m); (l) Caminade et al. (2012); (m) BMU and WHO-Europe (2009); (n) Hamududu and Killingtveit (2012); (o) van Vilet et al. (2012); (p) Pasicko et al. (2012); (q) Lutz et al. (2013b); (r) Tchebakova et al. (2009); (s) Schewe et al. (2013).

## Список сокращений

<b>°C</b>	Градус Цельсия	<b>ИС</b>	Инерционный сценарий
<b>CaCO<sub>3</sub></b>	Карбонат кальция	<b>КООНБО</b>	Конвенция Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием
<b>CAT</b>	Climate Action Tracker (исследование/доклад)	<b>ЛАК</b>	Латинская Америка и Карибский бассейн
<b>CMIP5</b>	5-я фаза проекта сравнения объединенных моделей	<b>МГЭИК</b>	Межправительственная группа экспертов по изменению климата
<b>CO<sub>2</sub></b>	Двуокись углерода	<b>МКО</b>	Модель комплексной оценки
<b>DGVM</b>	Динамическая глобальная модель растительного покрова	<b>МОЦ</b>	Модель общей циркуляции
<b>DIVA</b>	Динамическая интерактивная оценка уязвимости	<b>МОЦАО</b>	Модель общей циркуляции атмосферы и океана
<b>FPU</b>	Единица питательности продукта питания	<b>МЭА</b>	Международное энергетическое агентство
<b>GFDRR</b>	Глобальный фонд по уменьшению опасности бедствий и восстановлению	<b>НПЛО</b>	Наводнение в результате прорыва ледникового озера
<b>ISI-MIP</b>	Проект межотраслевого сопоставления моделей воздействия	<b>НРС</b>	Наименее развитые страны
<b>MAGICC</b>	Модель для оценки климатических изменений под воздействием парниковых газов	<b>ОЭСР</b>	Организация экономического сотрудничества и развития
<b>NDVI</b>	Нормализованный относительный индекс растительности (используется в качестве замещающего показателя валовой первичной продуктивности наземных экосистем)	<b>ПгС</b>	Петаграмм углерода (1 ПгС равен 1 млрд тонн углерода)
<b>PDSI</b>	Индекс интенсивности засухи Палмера	<b>ПКМ</b>	Простая климатическая модель
<b>БВСА</b>	Ближний Восток и Северная Африка	<b>ППС</b>	Паритет покупательной способности (взвешенное соотношение валютных курсов на основе стоимости определенного набора товаров первой необходимости, обычно выраженное в долларах США)
<b>ВВП</b>	Валовой внутренний продукт	<b>ПРООН</b>	Программа развития Организации Объединенных Наций
<b>ВОЗ</b>	Всемирная организация здравоохранения	<b>ПУМ</b>	Повышение уровня моря
<b>ВТЗК</b>	Внутритропическая зона конвергенции	<b>РГ I</b>	Рабочая группа I (также РГ II, РГ III)
<b>ГАМ</b>	Столичный округ Мехико	<b>РКМ</b>	Региональная климатическая модель
<b>ГЛЛП</b>	Горные ледники и ледяные покровы	<b>РКООНИК</b>	Рамочная Конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата
<b>ГОВБ</b>	Группа Всемирного банка	<b>РТК</b>	Репрезентативные траектории концентрации
<b>ДО4</b>	Четвертый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата	<b>РЧК</b>	Равновесная чувствительность климата
<b>ДО5</b>	Пятый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата	<b>САО</b>	Североатлантическая осцилляция
<b>долл. США</b>	Доллары США	<b>СДСВ</b>	Специальный доклад МГЭИК о сценариях выбросов
<b>ДЯФ</b>	Декабрь, январь, февраль (зимний период в Северном полушарии)	<b>СДЭБ</b>	Специальный доклад МГЭИК по управлению рисками экстремальных явлений и бедствий в целях содействия адаптации к изменению климата
<b>ЕЦА</b>	Европа и Центральная Азия	<b>СП</b>	Северное полушарие
<b>ИА</b>	Индекс аридности		
<b>ИИА</b>	Июнь, июль, август (летний период в Северном полушарии, называемый также летом умеренного пояса)		

## УБАВЬТЕ ТЕПЛО: ЛИЦОМ К ЛИЦУ С НОВОЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ НОРМОЙ

<b>ТгС</b>	Тераграмм углерода (1 ТгС равен 1 млн тонн углерода)	<b>ППС</b>	Паритет покупательной способности (взвешенное соотношение валютных курсов на основе стоимости определенного набора товаров первой необходимости, обычно выраженное в долларах США)
<b>УВКБ ООН</b>	Управление Верховного комиссара Организации Объединенных Наций по делам беженцев	<b>ЮНЕП</b>	Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде
<b>ФАО</b>	Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций	<b>ЮСАИД</b>	Агентство Соединенных Штатов по международному развитию
<b>ч./млн</b>	Число частей на миллион		
<b>ЧПП</b>	Чистая первичная продуктивность		
<b>ЭНЮО</b>	Явление Эль-Ниньо – Южная осцилляция		
<b>ЭТГ</b>	Экосистема течения Гумбольдта		

**CAT.** Climate Action Tracker (CAT) – независимое научное исследование, в ходе которого ведется наблюдение за тем, какие обязательства по сокращению выбросов принимают конкретные страны и какие действия они предпринимают в этой связи. Оценки относительно будущих выбросов, выведенные на основе результатов наблюдения, позволяют проанализировать сценарии потепления, к которым могла бы привести проводимая в настоящее время политика. Этими сценариями являются: а) *исходный инерционный сценарий (ИС)*, или «сценарий обычного развития», в котором учитывается нынешняя политика в отношении изменения климата и не учитываются обязательства по сокращению выбросов; и б) «сценарий с учетом нынешних обязательств», т. е. сценарий, в котором дополнительно учитываются принятые странами в настоящее время международные обязательства по сокращению выбросов.

**CMIP5.** В рамках 5-й фазы проекта сравнения объединенных моделей (CMIP5) были объединены 20 самых современных групп моделей МОЦ, при помощи которых был составлен крупный набор сопоставимых данных, используемых для прогнозирования климата. Этот проект послужил основой для скоординированных экспериментов по изучению изменения климата и включает использование моделей для оценки в ДО5 МГЭИК.

**ISI-MIP.** Первый Проект межотраслевого сопоставления моделей воздействия (ISI-MIP) – это совместный проект моделирования, в рамках которого сравнивается глобальное воздействие на различные сектора на основе вновь разработанных климатических (репрезентативных траекторий концентрации) и социально-экономических сценариев. В рамках этого проекта были сопоставлены более 30 моделей по пяти секторам (сельское хозяйство, водные ресурсы, биомы, здоровье и инфраструктура).

**Биом.** Биом – крупная географическая зона, где преобладают определенные группы видов растений и животных, один из небольшого числа крупных ареалов обитания, классифицируемых по видам климата и преобладающим типам растительности. Биомами являются, например, степи, пустыни, вечнозеленые или листопадные леса и тундра. В рамках каждого биома в широком понимании может существовать множество различных экосистем, для которых характерны определенные общие климатические и другие природные условия в пределах данного биома.

**ВВП** (валовой внутренний продукт) – это сумма валовой добавленной стоимости, произведенной всеми производителями-резидентами экономики, плюс любые налоги на товары и минус любые субсидии, не учтенные в стоимости продукции. ВВП рассчитывается без вычета суммы начисленного износа произведенных активов и без учета истощения или деградации природных ресурсов.

**ВВП (ППС)** – это ВВП, рассчитанный на основе паритета покупательной способности и поделенный на численность населения. В то время как оценки ППС по странам ОЭСР являются довольно достоверными, оценки ППС по развивающимся странам часто являются весьма приблизительными.

**ДО4 и ДО5 МГЭИК.** Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) – ведущая организация, занимающаяся оценками глобального изменения климата. В состав этой группы входят сотни ведущих ученых со всего мира. Она регулярно публикует доклады об оценке, в которых подробно представлена самая последняя научная, техническая и социально-экономическая информация об изменении климата и его последствиях. Четвертый доклад об оценке (ДО4) был опубликован в 2007 году. Пятый доклад об оценке (ДО5) был опубликован в 2014 году.

**Доиндустриальные уровни (что означает нынешнее потепление на 0,8 °C).** Под доиндустриальным уровнем понимаются показатели потепления до индустриализации или в самом ее начале. Зафиксированные с помощью приборов данные о температуре показывают, что средние за 20 лет среднемировые температуры воздуха у поверхности в период с 1986 по 2005 год были примерно на 0,6 °C выше средних температур за период с 1851 по 1879 год. Однако наблюдаются существенные межгодовые вариации данных и погрешности в измерениях. Кроме того, средний показатель потепления в период с 1986 по 2005 год не вполне соответствует тому, что происходит в настоящее время. Если проследить линейный тренд за период с 1901 по 2010 год, со времени «ранней индустриализации» климат потеплел на 0,8 °C. Данные о среднемировых температурах воздуха у поверхности регистрируются начиная приблизительно с 1850 года. В первые годы наблюдений число наблюдательных станций было невелико, но со временем оно быстро увеличивалось. К периоду с 1850 по 1900 год индустриализация уже шла полным ходом, поэтому период с 1851 по 1879 год можно считать базовым

периодом, а 1901 год – началом анализа линейного тренда, результаты которого могут недооценить нынешнее и будущее потепление, однако глобальный объем выбросов парниковых газов ближе к концу XIX века был довольно незначительным, а уровень неопределенности при моделировании температур до этого периода является значительно более высоким.

**Индекс аридности.** Индекс аридности (засушливости) (ИА) – показатель, разработанный для идентификации «структурно засушливых» регионов, т. е. регионов, где на протяжении продолжительных периодов времени ощущается дефицит осадков. ИА рассчитывается как общее количество осадков за год, деленное на потенциальную эвапотранспирацию, являющуюся показателем количества воды, которое необходимо типичной сельскохозяйственной культуре для роста в течение года при определенных местных условиях, таких как температура, инсоляция и скорость ветра, т. е. является стандартным показателем потребности в воде.

**Крайне необычные и беспрецедентные.** В настоящем докладе *крайне необычные и беспрецедентные* экстремально высокие температуры определяются на основе пороговых величин исторической изменчивости климата в конкретном месте. Поэтому абсолютное значение пороговой величины зависит от естественной межгодовой изменчивости на протяжении базового периода (1951–1980 годы), которая обозначается стандартным отклонением (сигма). Крайне необычные экстремально высокие температуры определяются как три стандартных отклонения (3 сигмы). При обычном распределении 3 стандартных отклонения наблюдаются раз в 740 лет. Такими крайне необычными явлениями были аномальная жара в США в 2012 году и аномальная жара в России в 2010 году. Беспрецедентные экстремально высокие температуры определяются как пять стандартных отклонений (5 сигм). Такие явления наблюдаются раз в несколько миллионов лет. Месячные данные о температурах не обязательно имеют нормальное распределение (например, распределение может иметь «вытянутый хвост», когда случаи повышения температур более вероятны), а периодичность может отличаться от той, которая ожидается при нормальном распределении. Тем не менее отклонения в 3 сигмы крайне маловероятны, а отклонения в 5 сигм почти наверняка никогда не происходили за весь период существования важнейших экосистем и инфраструктуры человеческой цивилизации.

**Критический элемент.** Предложенное в 2008 году Лентоном и др. (Lenton et al.) понятие «критический элемент» относится к крупномасштабным компонентам земной системы, которая, возможно, переживает «переломный момент». Под переломным моментом «обычно понимают критичный порог, по достижении которого любое незначительное потрясение способно качественно изменить состояние или направление развития системы» (Lenton et al. 2008). С большой долей вероятности такие сдвиги чреваты для общества и экосистем серьезными последствиями.

**МОЦ.** Модель общей циркуляции – наиболее современный и передовой вид климатической модели, используемый для прогнозирования изменений климата под воздействием повышения концентрации парниковых газов, аэрозолей и других факторов внешнего воздействия, таких как изменения в солнечной активности и извержения вулканов. Эти модели содержат численные представления физических процессов в атмосфере, океане, криосфере

и на поверхности земли в глобальной трехмерной сетке, причем типичное горизонтальное разрешение МОЦ современного поколения составляет от 100 до 300 км.

**Проекция развития.** Проекция развития описывают последствия изменения климата для развития различных регионов. Потенциальные последствия изменения климата для наиболее уязвимых групп населения рассматриваются в серии докладов «Убавьте тепло», и в частности в этом докладе, сквозь призму отдельных сюжетов – так называемых «проекций развития». Сюжеты этих проекций развития готовились для каждого региона в тесном сотрудничестве со специалистами Всемирного банка по этим регионам. В них содержится комплексный, зачастую межотраслевой анализ последствий изменения климата и их влияния на развитие на субрегиональном или региональном уровне. Кроме того, проекции развития обогащают доклад, поскольку позволяют использовать научные данные о физическом и биофизическом воздействии в достоверных сюжетах, посвященных развитию, характеризующих вероятные сценарии рисков и возможностей и, таким образом, демонстрирующих способы взаимодействия науки и политики.

**Растения С3/С4.** С3 и С4 – два вида фотосинтетического биохимического метаболизма. К категории С3 относится более 85 процентов растений (например, большинство деревьев, пшеница, рис, батат и картофель). Они хорошо реагируют на влажные условия и на повышение содержания двуокси углерода в атмосфере. Растения, относящиеся к категории С4 (например, травянистые растения саванны, кукуруза, сорго, просо, сахарный тростник), более эффективно используют воду и энергию и лучше, чем растения категории С3, приспособлены к жаркому и засушливому климату.

**РГ I, РГ II, РГ III.** Рабочая группа I МГЭИК занимается оценкой данных физической науки о климатической системе и об изменении климата. Рабочая группа II МГЭИК занимается оценкой уязвимости социально-экономических и природных систем к изменению климата, негативных и позитивных последствий изменения климата, а также возможностей адаптации к нему. Рабочая группа III МГЭИК занимается оценкой возможностей смягчения воздействия изменения климата путем ограничения или предупреждения выбросов парниковых газов и расширения масштабов мероприятий по их удалению из атмосферы.

**РТК.** Репрезентативные траектории концентрации (РТК) рассчитываются на основе тщательно подобранных сценариев для моделирования комплексной оценки, моделирования климата, а также для моделирования и анализа последствий. В этой работе нашли свое отражение новые экономические данные, информация о новых технологиях и результаты наблюдения за экологическими факторами, такими как землепользование и изменения в почвенно-растительном покрове, за период продолжительностью почти десять лет. В отличие от подробных социально-экономических сюжетных линий, которые могут быть использованы для составления сценариев выбросов, РТК представляют собой последовательные наборы прогнозов относительно только лишь тех компонентов радиационного воздействия (изменение баланса между приходящей солнечной радиацией и исходящей коротковолновой и длинноволновой радиацией, в основном под воздействием изменений в газовом составе атмосферы), которые могут

быть использованы для моделирования климата. Эти траектории радиационного воздействия не связаны с какими-то конкретными социально-экономическими сценариями или сценариями выбросов. Они могут представлять собой результаты различных сочетаний перспективных экономических, технологических, демографических, политических и институциональных факторов. Сценарии РТК2.6, РТК4.5, РТК6 и РТК8.5 описывают превышение радиационного воздействия в 2100 году соответственно на 2,6 Вт/м<sup>2</sup>, 4,5 Вт/м<sup>2</sup>, 6 Вт/м<sup>2</sup> и 8,5 Вт/м<sup>2</sup> над уровнем, характерным для доиндустриальной эпохи.

**РТК2.6.** РТК2.6 – это сценарий, являющийся репрезентативным по отношению к описанным в литературе сценариям смягчения воздействия с целью ограничения глобального потепления в пределах 2 °С по сравнению с уровнем доиндустриальной эпохи. Эта динамика выбросов используется во многих исследованиях, результаты которых были учтены в Пятом докладе об оценке МГЭИК, и является базовым сценарием с низким уровнем выбросов применительно к последствиям, оцениваемым в других разделах настоящего доклада. В этом докладе мы называем РТК2.6 сценарием глобального потепления на 2 °С (за исключением повышения уровня моря: исходя из использованной подгруппы моделей, по этому аспекту фактически складывается сценарий глобального потепления на 1,5 °С – см. вставку 2.1 «Определение уровней потепления и газового периода в настоящем докладе»).

**РТК8.5.** РТК8.5 – это сценарий, в котором за основу берется отсутствие политики в области изменения климата при относительно высоком уровне выбросов парниковых газов и который используется во многих исследованиях, результаты которых были учтены в Пятом докладе об оценке МГЭИК (ДО5). Этот сценарий также является базовым сценарием при высоком уровне выбросов применительно к последствиям, оцениваемым в других разделах настоящего доклада. В этом докладе мы называем РТК8.5 сценарием глобального потепления на 4 °С по сравнению с доиндустриальным базовым периодом.

**Сверхзасушливость.** Это понятие относится к территориям, характеризующимся очень низким индексом аридности (ИА) и, как правило, совпадающим с крупными пустынями. Универсального стандартного показателя сверхзасушливости не существует, и в настоящем докладе значения коэффициента от 0 до 0,05 означают сверхзасушливость.

**СДСВ.** В Специальном докладе о сценариях выбросов (СДСВ), опубликованном МГЭИК в 2000 году, были представлены прогнозы относительно климата для Четвертого доклада об оценке (ДО4) Межправительственной группы экспертов по изменению климата. Эти прогнозы не учитывают предположения относительно смягчения воздействия. В процессе работы над СДСВ были рассмотрены 40 различных сценариев, каждый из которых основан на различных предположениях относительно определяющих факторов будущего уровня выбросов парниковых газов. Сценарии были сгруппированы в 4 «семейства» (A1FI, A2, B1 и B2), соответствующие широкому кругу вариантов высокого и низкого уровней выбросов.

**СДЭБ.** В 2012 году МГЭИК опубликовала Специальный доклад по управлению рисками экстремальных явлений и бедствий в целях содействия адаптации к изменению климата (СДЭБ). В докладе представлены результаты оценки физических и социальных факторов, от которых зависит уязвимость в отношении стихийных бедствий, связанных с изменением климата, и описание возможностей для эффективного управления рисками стихийных бедствий.

**Тяжелые и экстремальные.** Эти понятия указывают на необычные (отрицательные) последствия. Они часто ассоциируются с каким-либо дополнительным определением типа «крайне необычный» или «беспрецедентный», имеющим определенное количественное значение.

**Эффект фертилизации CO<sub>2</sub>.** Под эффектом фертилизации понимается воздействие повышения концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере на рост растений. Оно может усиливать фотосинтез, в основном в растениях категории C3, и способствовать более эффективному использованию воды, повышая, таким образом, урожайность сельскохозяйственных культур за счет увеличения массы зерна и количества зерен. Этот эффект способен в определенной степени компенсировать отрицательное воздействие изменения климата, хотя содержание белка в зерне может снижаться. Долгосрочные последствия пока не до конца изучены, поскольку они в значительной степени зависят от потенциальной физиологической акклиматизации к повышению содержания CO<sub>2</sub> в долгосрочной перспективе, а также от других ограничивающих факторов, таких как содержание питательных веществ в почве, вода и свет. (По вопросу о влиянии эффекта фертилизации CO<sub>2</sub> на урожайность сельскохозяйственных культур см. также вставку 2.4.)





