
ЦЕНА ПОЛИТИКИ АДАПТАЦИИ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА

Л.В. Сорокин

Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198

Ж. Монделло

Университет Ниццы — София Аниполис
ул. Альбера Эйнштейна, 250, Вальбонн София Антиполис, 06560

Вариация глобальной средней температуры Земли на 1 °C приводит к изменению уровня Мирового океана в эпоху доиндустриального развития на 24,79 м (SL < 0), а в настоящее время — 7,5 м (SL > 0). Для сценария глобального потепления климата Земли темп изменения уровня Мирового океана замедлится в 3,3 раза, что приведет к повышению скорости роста средней температуры Земли соответственно в 3,3 раза. В настоящее время средняя температура воздуха на планете превышает на 0,8 °C значение в эпоху доиндустриального развития, что может привести к повышению уровня Мирового океана на 6 м. Стратегия по адаптации к изменению климата Евросоюза предусматривает рост средней температура воздуха Земли на 2 °C, что в долгосрочной перспективе приведет к повышению уровня Мирового океана на 15 м, это в 15 раз превышает величину 1 м (сценарий A1B). Стратегия адаптации к изменению климата Евросоюза не предусматривает быстрых климатических изменений, что приведет к резкому увеличению экономических потерь от подъема уровня Мирового океана.

Ключевые слова: экономические потери, изменение климата, глобальное потепление, палеоклимат, криосфера, ледниковый период, таяние ледников, уровень океана, Арктика, Антарктида, Гренландия, засуха, наводнение.

Введение. В XXI в. наша цивилизация вступила в эпоху климатических изменений. Наблюдается рост числа экстремальных погодных явлений, таких как наводнения, засухи, тайфуны, ураганы, пыльные бури, лесные пожары, экстремально низкие и высокие температуры. Средняя температура воздуха на планете в настоящий момент времени превышает на 0,8 °C [1] значение в эпоху доиндустриального развития. В Европе средняя температура воздуха за период с 2002 по 2011 г. превышает на 1,3 °C [2] соответствующее доиндустриальное значение, что в 1,625 раза больше, чем в целом по планете.

Кроме того, наблюдается повышение уровня Мирового океана, которое ассоциируют с глобальным потеплением и парниковым эффектом. Существующая инфраструктура не рассчитана на быстрые климатические изменения, что в ближайшем будущем приведет к огромным расходам на адаптацию к новым погодным условиям и на модернизацию старой инфраструктуры. Так, ежегодные ущербы от изменения климата уже в середине этого столетия (2050 г.) оцениваются в 250 млрд евро [1]. В ответ на эти климатические угрозы в Евросоюзе разработана стратегия адаптации к изменению климата [3; 4].

Основной задачей исследования является анализ экономической эффективности принятых в Евросоюзе сценариев по адаптации к изменению климата. В соответствии с параметрами, заложенными в стратегию Евросоюза по адаптации к из-

менению климата, в работе проводится оценка стационарных значений, к которым стремится средняя температура воздуха на планете и уровень Мирового океана.

Адаптация к изменению климата. В рамках разработанной Евросоюзом стратегии адаптации к изменению климата [4. С. 5] принята верхняя граница в 2 °С (UNFCCC, Cancun, 2010) для допустимого повышения средней температуры воздуха на планете. Данное решение должно уменьшить наиболее опасные риски от изменения климата. Наибольшую опасность по величине их экономического ущерба представляют риски от наводнений и изменения уровня Мирового океана.

Выполнен тщательный анализ экономических потерь для Евросоюза, вызванных изменением климата, а также проведена оценка эффективности мер по адаптации к изменению климата. Результаты анализа выполнены для сценария А1В, соответствующего условиям высокой и средней эмиссии парниковых газов и допустимого подъема уровня Мирового океана на 1 м. В стратегии Евросоюза по адаптации к изменению климата данные [5] были дополнены с учетом социально-экономических факторов [4. С. 11—13]. Ежегодный ущерб от изменения климата оценивался для трех временных интервалов: 1920-е, 1950-е и 1980-е гг. при условии отсутствия мер противодействия. Данные анализа экономического ущерба с учетом социально-экономических факторов [5] от наводнений и изменения уровня мирового океана представлены в табл. 1 и 2.

Для иллюстрации эффективности мер по адаптации к изменению климата (сценарий А1В, 1 м) вычислим некомпенсированную часть ежегодных ущербов, которые придется понести при соответствующих затратах на адаптацию (табл. 1, 2).

Таблица 1

Потери от изменения климата вызванные наводнениями, А1В сценарий (млрд евро)

Ежегодные потери от изменения климата	2020-е гг.	2050-е гг.	2080-е гг.
Экономический ущерб	20	46	98
Цена адаптации	1,7	3,4	7,9
Сокращение потерь	8	19	50
Некомпенсированный ущерб	12	27	48

Источник: An EU Strategy on adaptation to climate change. Impact Assessment Part 2. 16/04/2013 — SWD (2013) 132 [4. С. 11—13].

Таблица 2

Потери от изменения климата вызванные подъемом уровня мирового океана, А1В сценарий (млрд евро)

Ежегодные потери от изменения климата	2020-е гг.	2050-е гг.	2080-е гг.
Экономический ущерб	5	11	25
Цена адаптации	1	1,5	1,6
Сокращение потерь	3	9	23
Некомпенсированный ущерб	2	2	2

Источник: An EU Strategy on adaptation to climate change. Impact Assessment Part 2. 16/04/2013 — SWD (2013) 132. [4. С. 11—13].

Потери от изменения климата [4; 5], вызванные наводнениями (табл. 1) и подъемом уровня Мирового океана (табл. 2), представлены на рис. 1, 2.

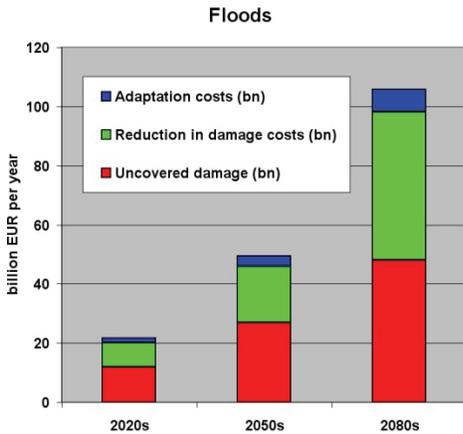


Рис. 1. Потери от изменения климата вызванные наводнениями, А1В сценарий

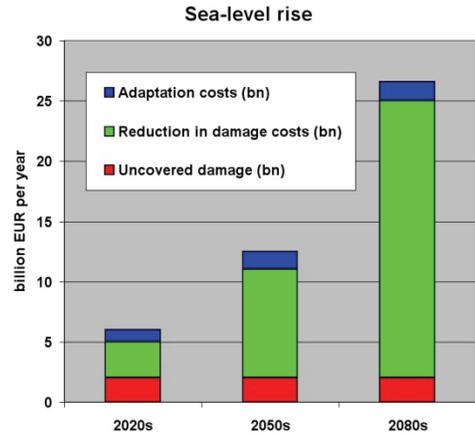


Рис. 2. Потери от изменения климата вызванные подъемом уровня мирового океана, А1В сценарий

Из рис. 1 и 2 видно, что при подъеме уровня Мирового океана на 1 м (сценарий А1В) примерно половина ущерба от наводнений и большая часть ущерба от повышения уровня Мирового океана может быть скомпенсирована за счет процесса адаптации.

Однако возникает вопрос: смогут ли многомиллиардные расходы на политику адаптации стабилизировать ситуацию и обеспечить экономическое развитие и благосостояние на приемлемом уровне при повышении уровня мирового океана выше 1 м или подобные затраты уже бесполезны и будет необходимо финансировать строительство новой инфраструктуры в районах с благоприятными климатическими условиями?

Полуэмпирический подход. Все выглядит хорошо, пока подъем уровня Мирового океана не превышает 1 м, но ситуация может измениться, если допустить мысль о подъеме уровня Мирового океана на более высокие отметки. Так, предлагается использовать модель экспоненциального роста уровня Мирового океана с периодом удвоения за 10 лет, что полностью согласуется с данными наблюдения и приведет к подъему уровня на 5 м к 2100 г. [6].

Современные исследования в области климатологии требуют построения очень сложных математических моделей, что приводит к необходимости их численного решения с применением суперкомпьютеров. Техника вычислительного эксперимента дает большие погрешности и не может полностью описать наблюдаемые процессы.

Однако в ряде случаев упрощенные модели показали свою высокую прогностическую ценность. Так, полуэмпирический подход [7], предложенный Rahmsdorf S. (2007), продемонстрировал хорошее совпадение с наблюдаемым за 50 лет уровнем Мирового океана. На наш взгляд, необходимо развивать простые и наглядные методы для определения границ устойчивого функционирования систем, вариации их параметров и достижения ими стационарных состояний. В данной работе предлагается количественная оценка для изменения уровня Мирового океана при долгосрочном изменении глобальной средней температуры Земли на 2 °С.

Реконструкция условий палеоклимата. Для определения параметров модели будущего климата мы можем использовать данные палеоклимата Земли [8—10]. Климатические условия, близкие к наблюдаемым в настоящее время, имели место во времена плейстоцена: 124, 327, 405, 952 тыс. лет до н. вр.; 1,07 и 1,23 млн лет до н. вр. В указанные периоды уровень Мирового океана был немного выше доиндустриального уровня ($PSL = 0$). Ближайшее будущее казалось комфортным, но это привело к драматическим последствиям. Глобальная средняя температура Земли росла, и климат Земли становился теплее, однако уровень Мирового океана также продолжал подниматься, но через несколько тысячелетий стал резко падать, что означало начало следующего ледникового периода.

Реконструкция палеоклимата [10] была произведена на основании данных концентрации изотопа кислорода $\delta^{18}O$ [9]. Концентрация стабильных изотопов кислорода ^{18}O и ^{16}O в осадочных породах океана зависит от глубинной температуры океана, а также от общей массы льда на планете. Модель, описанная в [10], построена на связи $\delta^{18}O$ с глобальной глубинной температурой океана — $Tdo(^{\circ}C)$ (см. уравнения (1), (2) и глобальным уровнем Мирового океана — $SL(m)$ (уравнения (3), (4)). Уравнение (5) связывает глобальной глубинной температурой океана — $Tdo(^{\circ}C)$ со средней температурой воздуха у поверхности планеты — $Ts(^{\circ}C)$. Уравнения (1)—(5) взяты из работы [11]:

$$Tdo(^{\circ}C) = 5 - 8(\delta^{18}O - 1,75) / 3 \quad (\text{for } \delta^{18}O < 3,25), \quad (1)$$

$$Tdo(^{\circ}C) = 1 - 4,4(\delta^{18}O - 3,25) / 3 \quad (\text{for } \delta^{18}O > 3,25), \quad (2)$$

$$SL(m) = 60 - 40(\delta^{18}O - 1,75) \quad (\text{for } \delta^{18}O < 3,25), \quad (3)$$

$$SL(m) = -120(\delta^{18}O - 3,25) / 1,65 \quad (\text{for } \delta^{18}O > 3,25), \quad (4)$$

$$Ts(^{\circ}C) = 2 \cdot Tdo + 12,25 \text{ } ^{\circ}C. \quad (5)$$

Подробный анализ данных палеоклимата и реконструкция уровня Мирового океана на основании концентрации изотопа кислорода-18 в глубоководных океанских отложениях представлены в работе [12].

Регрессионный анализ данных палеоклимата плейстоцена. Мы можем оценить параметры модели для будущего климата Земли, воспользовавшись данными концентрации $\delta^{18}O$ [9] в период плейстоцена (от 16 тыс. лет до н. вр. до 1,8 млн лет до н. вр.) а также реконструкцией, предложенной в [11].

На рис. 3 представлен график изменения уровня Мирового океана в период плейстоцена (от 16 тыс. лет до н. вр. до 1,8 млн лет до н. вр.), вычисленный по данным измерения концентрации изотопов кислорода $\delta^{18}O$ в донных отложениях Океана (уравнения (3), (4)).

На рисунках 3—5 показан уровень Мирового океана в эпоху доиндустриального развития ($PSL = 0$) и отмечено превышение уровнем Мирового океана границы «нулевой» отметки ($ZSL = 0 = PSL$).

Переход от $\delta^{18}O = 3,25$ к величине уровня Мирового океана осуществляется по формуле (4). Данная точка соответствует уровню Мирового океана в позднем голоцене и близка к уровню до индустриального развития нашего времени.

$$SL(m) = 0 \quad (\text{for } \delta^{18}O = 3,25). \quad (6)$$

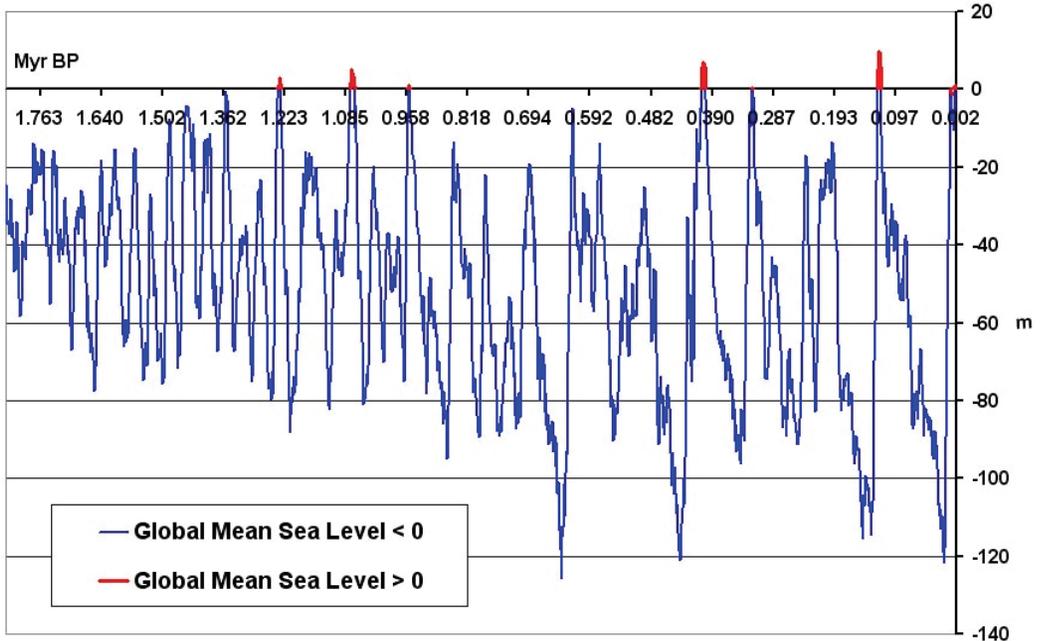


Рис. 3. Изменения уровня Мирового океана за последние 1,8 млн лет (оценка по содержанию изотопа кислорода-18 в глубоководных океанских отложениях)
 Источник: Makiko Sato & James Hansen. Updating the Climate Science. What Path is the Real World Following? ColumbiaUniversityEarthInstitute. <http://www.columbia.edu/~mhs119/>

Нас интересует зависимость уровня Мирового океана от температуры глубинных вод в океане. Запишем уравнения (1), (2) как функцию T_{do} и произведем их подстановку в уравнения (3), (4).

$$d^{18}O = (T_{do} - 9,666) / (-2,666) \quad (\text{for } d^{18}O < 3,25), \quad (7)$$

$$d^{18}O = (T_{do} - 5,766) / (-1,466) \quad (\text{for } d^{18}O > 3,25). \quad (8)$$

Получаем уравнения (9), (10):

$$SL(m) = 15 \cdot T_{do} - 15 \quad (\text{for } SL > 0), \quad (9)$$

$$SL(m) = 49,587 \cdot T_{do} - 49,587 \quad (\text{for } SL < 0). \quad (10)$$

Для перехода от уравнений регрессии (9), (10), связывающих уровень Мирового океана с температурой глубинных вод в океане, к уравнениям, зависящим от средней температуры воздуха на планете, произведем подстановку (11):

$$T_{do}(^{\circ}C) = (T_s(^{\circ}C) - 12,25^{\circ}C) / 2, \quad (11)$$

$$SL(m) = 7,5 \cdot T_s - 106,875 \quad (\text{for } SL > 0), \quad (12)$$

$$SL(m) = 24,793 \cdot T_s - 353,306 \quad (\text{for } SL < 0). \quad (13)$$

Рис. 4 и 5 хорошо иллюстрируют смену регрессионной зависимости при переходе уровнем Мирового океана нулевой отметки ($SL = 0$). Данная точка перегиба была пройдена между 1940 и 1950 г.

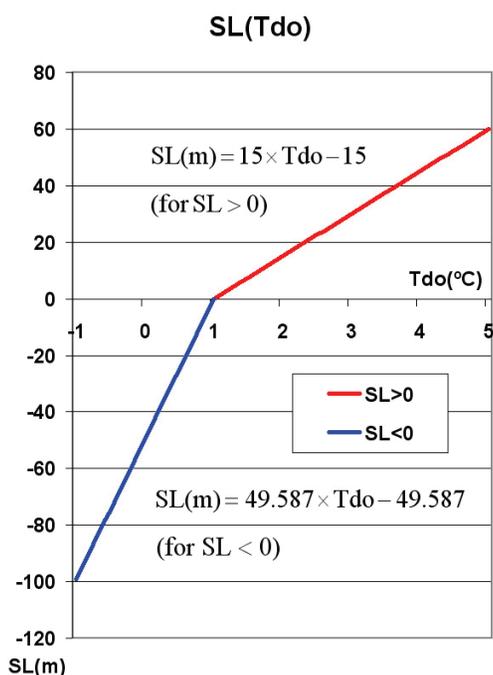


Рис. 4. Уравнения линейной регрессии (9), (10) связывают уровень Мирового океана (SL) с глобальной глубиной температурой океана (Tdo) в период плейстоцена

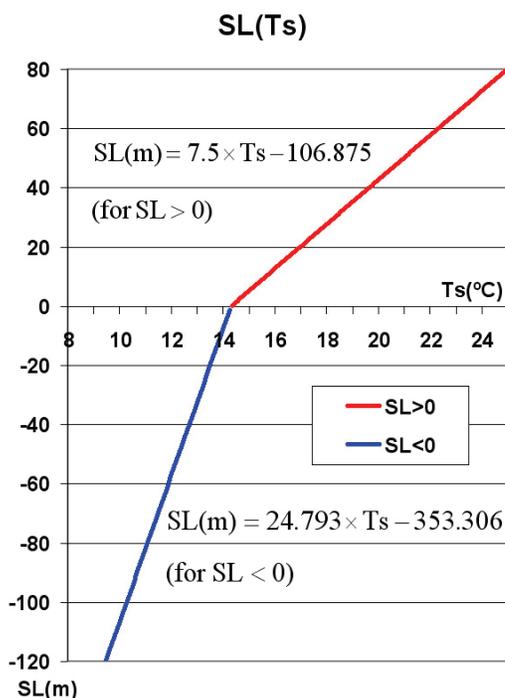


Рис. 5. Уравнения линейной регрессии (12), (13) связывают уровень Мирового океана (SL) со средней температурой воздуха у поверхности планеты (Ts) в период плейстоцена

Уравнения линейной регрессии (12), (13) показывают связь между вариацией средней температуры воздуха у поверхности планеты и соответствующего ей изменения уровня Мирового океана (рис. 5). Наше текущее положение близко к нулевой отметке $SL = 0$ и превышает уровень Мирового океана в эпоху доиндустриального развития на 0,2 м. Значение средней глобальной температуры воздуха у поверхности планеты превысило доиндустриальную на 0,8 °C [4].

Методы исследования. В работе использован аппарат линейной регрессии для анализа палеоклиматических данных и экстраполяция полученных результатов на настоящее время. Большая глубина выборки (1,8 млрд лет) позволила продемонстрировать, что наблюдаемые в наше время климатические изменения неоднократно имели место в прошлом.

Зависимость величины уровня Мирового океана от концентрации изотопов кислорода $\delta^{18}\text{O}$ в донных отложениях океана может быть выражена через уравнения линейной регрессии (3), (4), а температура глубинных вод в океане — уравнениями (1), (2). Еще одно регрессионное уравнение (5) связывает среднюю температуру воздуха на планете с температурой глубинных вод в океане. Однако, несмотря на то, что данные регрессионные уравнения линейны, они выражают крайне нелинейные переходные климатические процессы в океане и атмосфере. Объяснение заключается в том, что регрессионные уравнения (1)—(5) описывают не сам переходный процесс, а стационарное состояние климатической системы

Земли, к которому она будет стремиться при достаточно большом времени релаксации (от нескольких сотен до нескольких тысяч лет).

Таким образом, примененный в данной работе подход дает оценку верхней границы подъема уровня Мирового океана при фиксированном изменении средней температуры воздуха на планете в долгосрочной перспективе.

Определение границ для стационарного состояния климатической системы в ответ на фиксированное изменение метеорологических параметров позволяет проверить гипотезы для оценки возможного ущерба и оценить эффективность экономических стратегий по адаптации к изменению климата.

Результаты исследования. Из нулевой точки ($SL = 0$) существует только два пути к похолоданию или потеплению климата Земли. Уравнение (13) показывает тенденцию снижения уровня Мирового океана на 24,79 м при уменьшении средней температуры на $1\text{ }^{\circ}\text{C}$, соответствующую сценарию похолодания климата или наступления следующего ледникового периода. Уравнение (12) показывает тенденцию повышения уровня Мирового океана на 7,5 м при росте средней температуры на $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ для сценария глобального потепления климата Земли. Предположим, что человечество вступает в эпоху глобального потепления.

У нас есть две новости. Хорошая новость заключается в том, что для сценария глобального потепления климата Земли темп изменения уровня Мирового океана в долгосрочной перспективе замедлится в 3,3 раза, что выглядит оптимистично. Плохая новость заключается в том, что за это замедление подъема уровня Мирового океана придется заплатить повышением скорости роста средней температуры Земли в 3,3 раза.

В соответствии с концепцией IPCC (2007) [13] прогнозируемый уровень повышения Мирового океана к 2100 г. должен составить 29 см (средний диапазон 20—43 см, полный диапазон 18—59 см, для различных сценариев). В случае повышения уровня Мирового океана на 59 см нам придется поддерживать среднюю температуру Земли на отметке в $0,078\text{ }^{\circ}\text{C}$ выше, чем в эпоху доиндустриального развития, что в 10 раз ниже, чем текущее значение в $0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ [1].

В принятой на данный момент времени краткосрочной (до 2100 г.) концепции ЕС адаптации к глобальному потеплению предусмотрен рост уровня Мирового океана на 1 м при повышении температуры на $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ [4]. Если допустить, что человечество не сможет остановить рост средней температуры на Земле и будет достигнут рубеж в $2\text{ }^{\circ}\text{C}$, то это приведет в долгосрочной перспективе к неизбежному повышению уровня Мирового океана на 15 м в соответствии с уравнением (12). Подобное наступление океана приведет к катастрофическим последствиям для человечества и затоплению большей части инфраструктуры, производственных и сельскохозяйственных мощностей.

Для выполнения программы ЕС и подготовки инфраструктуры к подъему уровня Мирового океана на 1 м (12) необходимо ограничить рост средней температуры на Земле на уровне в $0,133\text{ }^{\circ}\text{C}$. Однако в настоящий момент времени считается пройденной величина повышения средней температуры воздуха на планете в $0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ [1], что уже должно привести к подъему уровня Мирового океана на 6 м (12).

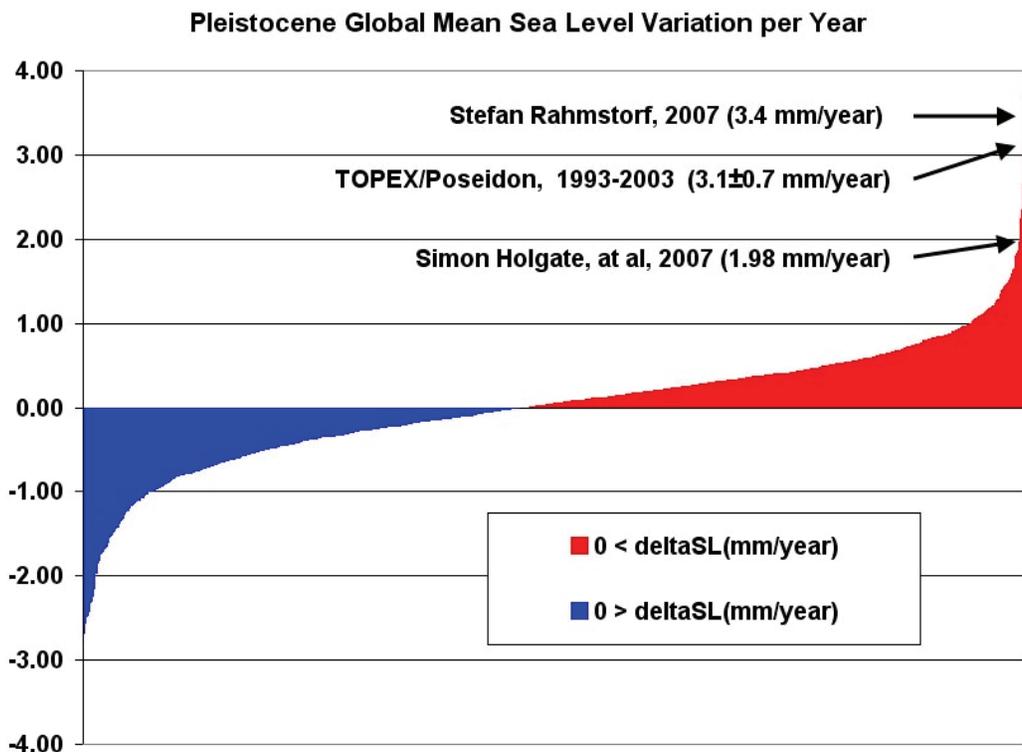


Рис. 6. Ежегодный прирост уровня мирового океана в плейстоценовом периоде в сравнении со скоростью роста в настоящее время (mm/year=m/millennium)

В настоящее время скорость роста уровня Мирового океана достигла одного из максимальных значений за весь плейстоценовый период: 3,4 мм/год [7]; 3,1 мм/год [14]; $3,1 \pm 0,7$ мм/год [15]; 1,98 мм/год [16]. Из рис. 6 хорошо видно, что наша цивилизация достигла одного из максимальных значений скорости роста уровня Мирового океана по сравнению со всеми палеоклиматическими записями плейстоценового периода (значения мм/год численно соответствуют м/тысячелетие).

Выводы. Если человечество достигнет повышения средней температуры Земли на 2 °C выше доиндустриальной эпохи, то это приведет к неизбежному повышению уровня Мирового океана на 15 м.

Полученная авторами оценка в 15 раз превышает максимально допустимый уровень подъема Мирового океана в 1 м, предусмотренный сценарием изменения климата А1В. Однако стратегия Евросоюза относительно адаптации к изменению климата не предусматривает подобного развития событий, что приведет к резкому увеличению экономических потерь от подъема уровня Мирового океана. В настоящее время наблюдается грандиозное несоответствие фактических климатических изменений и запланированных мер по адаптации к ним. По существующему сценарию предполагается вложение средств в инфраструктуру, которая подлежит безусловному затоплению. При этом территории, защищенные от затопления, не финансируются должным образом, а их инфраструктура не адаптируется к предстоящим

переселениям. В сложившихся условиях необходимо создавать инфраструктуру в районах с возвышением в 15 м или выше уровня в доиндустриальную эпоху.

Насколько быстро могут произойти такие катастрофические изменения климата Земли? Если рост уровня Мирового океана будет продолжаться с периодом удвоения через каждые 10 лет [6], то уже к 2120 г. можно ожидать его подъем на 20 м относительно уровня доиндустриальной эпохи.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] EEA report N°12/2012. Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012.
- [2] Intergovernmental Panel on Climate (2012) Chapter 3: Changes in Climate Extremes and their Impacts on the Natural Physical Environment in Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation.
- [3] An EU Strategy on adaptation to climate change. 16/04/2013 — COM (2013) 216. — URL: http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/docs/com_2013_216_en.pdf
- [4] An EU Strategy on adaptation to climate change. Impact Assessment Part 2. 16/04/2013 — SWD (2013) 132. — URL: http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/docs/swd_2013_132_2_en.pdf
- [5] Brown S., Nicholls R., Vafeidis A., Hinkel J., Watkiss P. (2011) Sea-Level Rise on Coastal Zones in the EU and the Costs and Benefits of Adaptation: Summary of Sector Results from the ClimateCost project, funded by the European Community's Seventh Framework Programme.
- [6] Hansen J.E. 2007: Scientific reticence and sea level rise. *Environ. Res. Lett.*, **2**, 024002 (6 pp.)
- [7] Rahmstorf S. 2007: A semi-empirical approach to projecting future sea-level rise, *Science*, **315**, 368—370.
- [8] Zachos J., Pagani M., Sloan L., Thomas E., Billups K. 2001 Trends, rhythms, and aberrations in global climate 65 Ma to present. *Science* **292**, 686—693.
Zachos J.C., Schouten S., Bohaty S., Quattlebaum T., Sluijs A., Brinkhuis H., Gibbs S.J., Bralower T.J. 2006 Extreme warming of mid-latitude coastal ocean during the Paleocene-Eocene Thermal Maximum: Inferences from TEX86 and isotope data. *Geolog. Soc. Amer.* **34**, 737—740.
- [9] Zachos J.C., Dickens G.R., Zeebe R.E. 2008 An Early Cenozoic perspective on greenhouse warming and carbon-cycle dynamics. *Nature* **451**, 279—283.
- [10] Hansen J., M. Sato, P. Kharecha, D. Beerling, R. Berner, V. Masson-Delmotte, M. Pagani, M. Raymo, D.L. Royer, J.C. Zachos. 2008: Target atmospheric CO₂: where should humanity aim? *Open Atmos. Sci. J.*, **2**, 217—231.
- [11] Hansen J., M. Sato, G. Russell, P. Kharecha. 2013: Climate sensitivity, sea level, and atmospheric CO₂, submitted to *Phil. Trans. Roy. Soc.*
- [12] Hansen J.E., Mki. Sato, 2011: Paleoclimate implications for human-made climate change. In *Climate Change: Inferences from Paleoclimate and Regional Aspects*. Berger, André; Mesinger, Fedor; Sijacki, Djordje (Eds.) Springer, 2012, 270 pp. <http://www.springer.com/environment/global+change+-+climate+change/book/978-3-7091-0972-4>
- [13] IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor, H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp. (ISBN 978 0521 88009-1 Hardback; 978 0521 70596-7 Paperback).
- [14] Nerem R.S., Leuliette E., Casanave A. 2006 Present-day sea-level change: a review. *C.R. Geoscience* **338**, 1077—1083.

- [15] TOPEX/Poseidon — sealevel.jpl.nasa.gov/missions/topex/
- [16] *Simon Holgate, Svetlana Jevrejeva, Philip Woodworth, and Simon Brewer*. Comment on “A Semi-Empirical Approach to Projecting Future Sea-Level Rise”. *Science* 28 September 2007: 1866. <http://www.sciencemag.org/content/317/5846/1866.2.full.pdf>

THE COST OF ADAPTATION FOR CLIMATE CHANGE

L.V. Sorokin

Peoples' Friendship University of Russia
Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, 117198

G. Mondello

University of Nice Sophia Antipolis
Albert Einstein str., 250, Valbonne Sophia Antipolis, 06560

During the pre-industrial period the variation of Global Surface Air Temperature on 1 °C change Global Mean Sea Level on 24,79 m (SL < 0) and in the modern time — 7,5 m (SL > 0). For the Global Warming period the rising rate of the Global Mean Sea Level will slowing down in 3,3 times simultaneously increases the Global Surface Air Temperature rate in 3,3 times. In the present time the Global Surface Air Temperature is 0,8 °C higher then pre-industrial level that will lead to the sea-level rise on 6 m. The EU Strategy on adaptation to climate change assume that the global warming must be limited to below 2 °C above pre-industrial level, that within some ages will lead to the sea-level rise on 15 m (15 times grater than for the A1B scenario, with the Sea-level rise up to 1 m). So in the future conditions the EU Strategy on adaptation to climate change do not assume rapid climate changes that will significantly increase the economic losses from Sea Level Rise.

Key words: economic losses, climate change, global warming, paleoclimate, cryosphere, glacial cycles, glacial melting, Sea-level, Arctic, Antarctic, Greenland, drought, flood.