

УДК 502.335:504.064.2.001.18

**К. Э. Шурда**

доктор экономических наук, старший научный сотрудник,  
ведущий научный сотрудник,  
Украинский научный центр экологии моря (УкрНЦЭМ),  
Одесса, Украина  
shurda@i.ua



## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

**Аннотация.** В статье проведена комплексная оценка возможностей прогнозирования изменения климата на современном этапе развития общества. Глобальные данные гидрометеорологических и экологических служб свидетельствуют о тенденции увеличения экономико-экологической дисгармонии в результате климатических изменений. Они обусловлены постоянным ростом выбросов в атмосферу диоксида углерода (CO<sub>2</sub>) и других газов, которые создают «парниковый эффект». Сегодня – это одна из самых серьезных мировых экологических и экономических проблем. Изменение климата для всех стран мира, в том числе для Украины, означает увеличение количества природных катастроф, что расширяет масштабы экономических потерь, которые ежегодно исчисляются сотнями миллиардов долларов США (для Украины – около \$1 млрд.). Автор анализирует различные экономические сценарии и виды ущербов от изменения климата, с учетом выбросов всех парниковых газов при моделировании климата.

**Ключевые слова:** экономическая оценка, изменение климата, парниковый эффект, антропогенные выбросы, адаптация экономики.

**К. Е. Шурда**

доктор економічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник,  
Український науковий центр екології моря (УкрНЦЕМ), Одеса, Україна

**ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН**

**Анотація.** У статті проведено комплексну оцінку можливостей прогнозування змін клімату на сучасному етапі розвитку суспільства. Глобальні дані гідрометеорологічних та екологічних служб свідчать про тенденцію збільшення економіко-екологічної дисгармонії в результаті зміни клімату. Кліматичні зміни обумовлені постійним зростанням викидів в атмосферу діоксиду вуглецю (CO<sub>2</sub>) та інших газів, які створюють «парниковий ефект». Сьогодні – це одна із найсерйозніших світових екологічних та економічних проблем. Зміна клімату для всіх країн світу, у тому числі для України, означає збільшення кількості природних катастроф, що розширює масштаби економічних втрат, які щорічно обчислюються сотнями мільярдів доларів США (для України – близько \$1 млрд.). Автор аналізує різні економічні сценарії і види збитків від зміни клімату, з урахуванням викидів усіх парникових газів при моделюванні клімату.

**Ключові слова:** економічна оцінка, зміна клімату, парниковий ефект, антропогенні викиди, адаптація економіки.

**Kseniya Shurda**

PhD (Economics), Senior Research Fellow, Leading Research Fellow,  
Ukrainian Scientific Centre of Sea Ecology (UkrSCES), Odessa, Ukraine  
89 Frantsuzky Blvd, Odessa, 65009, Ukraine

**ECONOMIC ASSESSMENT OF CLIMATE CHANGE**

**Abstract. Introduction.** Climate change is one of the most pressing problems of modernity. Climate is a natural resource on which depend the conditions of life and human activities, directions and level of economic development. As the natural resource, climate can be used for a benefit of mankind. Climate is one of the main factors shaping the natural environment and even a minor changing it, particularly in Ukraine, can cause difficult environmental situation and significant social and economic losses. *The purpose* of this publication is a comprehensive estimation of modern climate change, analysis of various economic scenarios and types of damages from climate change. The need for information on climate change has increased unprecedentedly, and today the need of bringing this information to many users is clearly visible in order to improve knowledge and understanding of global and regional climate variability and change, as well as their mechanisms.

**Results.** A comprehensive assessment of the climate change forecasting possibilities in modern society are discussed in the article. The global data hydro-meteorological and ecological services indicate a trend of increasing economic and environmental disharmony as a result of climate change. Climate change caused constant increase emissions of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) and other gases that create the «greenhouse effect». Today it is one of the most serious global environmental and economic challenges. Climate change for all countries, including Ukraine, means increase in number of natural disasters that expand economic losses each year to hundreds of billions of dollars (in Ukraine – about \$1 billion in recent years). The author analyzes various economic scenarios and types of damages from climate change, including emissions of greenhouse gases in climate modeling.

**Conclusion.** Comprehensive assessments of climate change impacts on the economy, the environment and the population of Ukraine does not currently exist, although, construction of such assessments is now an actual problem. It is necessary to determine what and where in the country will be in relation to climate change. It should be taken into account that the anthropogenic component of climate change is largely determined by energy-intensive technologies stipulating the greenhouse effect and the environmental degradation in general.

**Directions for further research should include the following.** Estimation of the climate change predictability in its extreme complexity for identification and analysis, specification of reasons for existing developments, including human activity. Application of the results obtained in the sphere of socio-economic impacts of climate change in face of which the entire population of the planet are now put.

**Keywords:** economic assessment of climate change; greenhouse effect; anthropogenic emissions; economic adaptation.

**JEL Classification:** C13, O13

**Постановка проблеми.** Научные исследования очень важны для разработки эффективных стратегий по адаптации к изменениям климата, при построении планов управления климатическими рисками, в особенности учитывая современный уровень развития и состояние экономики Украины. Эти исследования обеспечивают необходимую основу для принятия решений и выработки политики во всех секторах экономики, включая сельское хозяйство, обеспечение продовольствием, защиту окружающей среды, здравоохранение, энергетику и транспорт.

Изменение климата является одной из наиболее актуальных проблем современности. Климат – это природный ресурс, от которого зависят условия жизни и деятельности человека, направления и уровень развития экономики. Как природный ресурс климат может использоваться на благо человечества. Учитывая то, что климат является одним из основных факторов, формирующих природную среду, даже незначительные его изменения на фоне сложной экологической ситуации в Украине могут вызвать значительные социально-экономические убытки [1]. Необходимо учитывать также, что Украина относится к странам с высоким уровнем загрязнения окружающей среды парниковыми газами и в процессе выхода из кризиса должна решить огромный комплекс научно-технических, организационно-экономических, правовых, этических и других проблем. Особого внимания заслуживают вопросы прогнозирования климатических изменений и разработка механизмов адаптации к последствиям изменения климата.

**Анализ последних достижений и публикаций.** Проблемы изменения климата находятся в центре внимания многих известных зарубежных ученых, среди которых М. Аллен (M. Allen), К. Андерсон (K. Anderson), Р. Беллинг (R. C. Balling), Р. Бетс (R. A. Betts), Ф. Джонс (B. F. Jones), Дж. Кристи (J. R. Christy), М. Мэннинг (M. Manning), Дж. Митчелл (J. F. B. Mitchell), В. Попе (V. Pope), С. Соломон (S. Solomon), И. Фунг (I. Fung), Г. Шельнхубер (H. Schellnhuber), Г. Шмидт (H. Schmidt), С. Шнайдер (S. Schneider) и др.

Организация Объединенных Наций в рамках Программы ООН по окружающей среде совместно со Всемирной метеорологической организацией в 1988 году учредила Межправительственную комиссию по изменению климата (МКИК) для исследования и анализа наилучших опубликованных научных работ по данной проблеме. С 1990 года каждые пять или шесть лет МКИК представляет официальные доклады с оценкой состояния науки, основываясь на исследованиях и прогнозах о дальнейших перспективах. МКИК не проводит новые исследования, скорее, ее задачей является выполнение стратегических оценок существующей всемирной литературы о научных, технических и социально-экономических аспектах проблемы изменения климата. Доклады МКИК составлены на основе данных, содержащихся в работах тысяч специалистов со всех регионов мира.

Успехи, достигнутые в понимании изменений климатической системы, позволяют оценить их предсказуемость и использовать возможности прогноза для разработки стратегических мер по адаптации к данным изменениям и смягчению их негативных последствий. Эти меры помогают мировому сообществу реагировать на последствия климатических колебаний во всех основных социальных сферах и секторах экономики.

**Целью статьи** является комплексная оценка современных изменений климата, анализ различных экономических сценариев и видов ущерба от климатических сдвигов.

**Основные результаты исследования.** Прогнозирование изменения климата принципиально отличается от краткосрочного прогноза погоды. При прогнозе погоды с помощью мощнейших компьютеров имитируют реальное изменение атмосферных условий в течение нескольких дней. Отслеживаются пути движения воздушных масс, циклонов и антициклонов и, исходя из законов физики,

прочерчивается их дальнейшее движение и трансформация. Поэтому уверенно предсказать погоду для большинства мест на Земле можно лишь на 5–7 дней. Усиление компьютерных мощностей может увеличить срок надежного прогноза на несколько дней, но не более.

Совершенно иначе осуществляется прогноз изменения климата, который зависит от временного масштаба прогнозирования. Изменение климата в далеком будущем (или прошлом), через тысячелетия – это астрономический расчет по теории Миланковича, описывающей особенности изменения орбиты Земли. Он говорит о наступлении следующего ледникового периода через несколько десятков тысяч лет. Сейчас мы к этому постепенно движемся – «астрономически» холодает, но это очень медленный процесс.

Говоря о глобальном изменении климата, имеется в виду несколько десятилетий или максимум XXI век, т. е. то «экономическое и климатическое пространство», в котором жить нам, нашим детям и внукам. В этом случае ни астрономия, ни естественные циклы не могут справиться с задачей (например, описать произошедшие изменения за последние 30 лет). Необходимо совершенно другой подход, представленный в данной статье.

Процесс прогнозирования климатических изменений мы предлагаем разделить на несколько этапов. Сначала составляются прогнозы выбросов CO<sub>2</sub>, а также других парниковых газов и аэрозолей. Это экономико-энергетическая задача, которой в глобальном масштабе занимаются Международное энергетическое агентство и другие организации. Затем рассчитывается уровень концентрации выбросов CO<sub>2</sub> и других парниковых газов и аэрозолей в атмосфере. Для этого требуется определенная дополнительная информация, например, о том, как CO<sub>2</sub> будет поглощаться океаном. Эту информацию можно почерпнуть из совокупности накопленных научных данных [2], и возникает диапазон оценок, так как определены точных цифр нет. Далее следует учесть парниковый эффект, который, как физическое явление, хорошо изучен и описан в литературе. Повышение глобальной температуры на Земле можно оценить на основе закона сохранения энергии, что еще в XIX веке продемонстрировали Фурье, Аррениус и другие ученые. Однако вряд ли здесь уместно говорить о прогнозировании климата в современном его понимании.

На следующем, самом сложном и главном этапе с помощью моделей общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО) год за годом воспроизводится будущее (температура, осадки, состояние снежного покрова), формируются региональные прогнозы и т. п. Именно на этих моделях и расчетах основаны прогнозы как зарубежных, так и украинских климатических центров [3].

В последние годы ученые значительно продвинулись в моделировании климата. Имеется более 15 различных моделей общей циркуляции атмосферы и океана, которые при задании одинаковых сценариев выбросов парниковых газов дают в целом сходные результаты. Модели способны описать и уже произошедшие изменения климата, что в определенной мере является критерием их правильности. При этом в модели закладываются все естественные и антропогенные факторы, которые известны науке. Необходимо отметить, что аналогичный расчет с использованием только естественных факторов, включая солнечную активность и т. п., не позволяет описать изменения последних десятилетий. Лишь «подключение» выбросов парниковых газов с конца 1970-х годов кардинально изменило ситуацию и позволило очертить происходящие изменения [2; 4].

К середине XXI века 200 млн. человек могут стать вынужденными переселенцами вследствие засухи, подъема уровня моря, наводнений и других катастроф [6]. Резкие изменения региональных погодных явлений, таких как муссонные осадки в Южной Азии или Эль-Ниньо, увеличат вероятность наводнений в тропических регионах и поставят под угрозу жизни миллионов людей. Экосистемы в

наибольшей мере испытывают на себе последствия изменения климата. От 15 до 40% видов живых ресурсов могут столкнуться с угрозой исчезновения при потеплении всего лишь до 2°C от доиндустриального уровня начала XX века. Повышение кислотности (pH) океана, вызванное поглощением углекислого газа, может серьезно отразиться на морских экосистемах и негативно повлиять на рыбные ресурсы. Таким образом, 2°C принимаются за предел, за которым наступают слишком опасные последствия [7].

В своем докладе, посвященном экономическим последствиям изменения климата, сэр Николас Стерн (Глава государственной экономической службы и советник правительства Великобритании по экономике и развитию) предложил оригинальную модель комплексной экономической оценки парникового эффекта с учетом предпринимаемых на международном уровне мер по стабилизации концентрации парниковых газов в атмосфере. Модель получила название PAGE 2002 (Policy Analysis of the Greenhouse Effect 2002). Она позволяет рассчитать совокупный ущерб для мировой экономики, а также для экономики отдельных стран и регионов в зависимости от разных сценариев изменения климата, соответствующих тому или иному уровню концентрации парниковых газов. В качестве меры экономического ущерба в модели используется относительный показатель ежегодных потерь (в процентах) от мирового ВВП, если речь идет о глобальных оценках ущерба, либо ВВП страны (группы стран), если речь идет о локальных оценках.

Оценка ущерба проводится по трем направлениям: воздействие на рынки (Market impacts), внерыночные воздействия (Non Market impacts) и социально обусловленные потери, вызванные возможными форс-мажорными событиями социального характера. Первая компонента моделирует возможные негативные воздействия климатических изменений на традиционные рынки – энергетику, сельское и лесное хозяйство и т. д. Здесь ущерб оценивается сравнительно просто – через показатели роста (сокращения) соответствующих секторов в действующих рыночных ценах. В отдельную подгруппу выделена экономика прибрежных зон, которые могут пострадать в случае подъема уровня Мирового океана. Вторая компонента позволяет оценить ущерб, нанесенный окружающей среде (снижение биоразнообразия) и здоровью населения (повышение смертности). Для этого применяются косвенные экономические оценки, такие как стоимость человеческой жизни и цена вымирания биологического вида. В третью группу объединены возможные экономические потери (утрата инвестиций), связанные с массовой миграцией населения, развитием международных конфликтов и другими социальными реакциями на разрушение привычного уклада жизни в результате изменения климата.

Собственно изменение климата под влиянием повышения концентрации парниковых газов в атмосфере описывается традиционными для экономического моделирования сценариями МГЭИК. Особенность лишь в том, что средние (умеренные) сценарии МГЭИК сведены в один базовый сценарий, получивший название Baseline climate. Этот сценарий соответствует предположению о стабилизации концентрации парниковых газов на уровне 450–550 ppm CO<sub>2</sub>-экв., относительно безопасном росте средней температуры на 2–3°C к 2050 г. и минимальном уровне экономического ущерба: 0% ВВП для промышленно развитых стран и 3% ВВП для беднейших развивающихся стран. Наряду с этим рассматривается сценарий High climate, который отличается от базового сценария бо-

лее тяжелыми климатическими условиями. Такое ухудшение климата может быть вызвано обратными связями в цепочке климатических изменений, прежде всего – ослаблением поглощающей способности природных экосистем, а также дополнительной эмиссией метана, законсервированного в болотах и вечной мерзлоте, вследствие роста температур.

Расчеты экономического ущерба по модели PAGE 2002 проводятся с использованием метода Монте-Карло, входные значения задаются с помощью датчика случайных чисел. Для каждого заданного набора значений входных параметров были произведены расчеты, а затем полученные результаты усреднялись. При достаточно большом числе прогонов модели появляется возможность проанализировать разброс полученных оценок и составить представление о диапазоне их вероятных значений (табл.).

Результаты «базового» моделирования на конец XXI века (при глобальном потеплении на 5–6°C) дают оценку экономических потерь от 5 до 10% мирового ВВП. Учет внерыночных воздействий повышает оценку экономического ущерба в среднем до 11% и даже 14% ВВП, если реализуется самый неблагоприятный сценарий изменения климата с учетом факторов обратной связи. В этом случае ущерб для наименее развитых стран, экономики которых слабы и особенно уязвимы к изменению климата, составит до 25% ВВП.

Объединение всех трех видов возможных экономических потерь от изменения климата позволило сделать вывод о том, что при неблагоприятном развитии событий уровень жизни населения (или потребление товаров и услуг на душу населения) может упасть к концу века на 20% от современной отметки.

Таким образом, расчеты по модели PAGE 2002 наглядно показали, что изменение климата способно обернуться значительными материальными издержками, что ляжет тяжелым грузом на мировую экономику и человечество в целом. Это произойдет в том случае, если не предпринять заранее необходимых мер с целью ограничения и сокращения выбросов парниковых газов, а также адаптации экономики к тем изменениям, избежать которых уже ни при каких условиях не удастся.

Мировые выбросы CO<sub>2</sub> в 2010 г. достигли 33 млрд. тонн [8]. Необходимо отметить, что большая их часть приходится на сжигание ископаемого топлива. Причем не только собственно в энергетике, но и в промышленности, строительстве, на транспорте. Если не предпринять специальных мер для ограничения и сокращения выбросов парниковых газов, то их рост, особенно в энергетике, мо-

Оценка возможного ущерба от изменения климата (по модели PAGE 2002), в % ВВП на душу населения

Таблица

| Климатический сценарий | Экономическое воздействие                                      | Среднее значение (% снижения ВВП на душу населения) | Минимальное значение (уровень 5% наименьших результатов прогнозов) | Максимальное значение (уровень 5% наибольших результатов прогнозов) |
|------------------------|--|---|--|---|
| «Базовый климат»       | Рыночные воздействия   | 2,1   | 0,3  | 5,9   |
|                        | Рыночные воздействия и риск катастроф                          | 5,0   | 0,6  | 12,3  |
|                        | Рыночные воздействия, внерыночные воздействия и риск катастроф | 10,9  | 2,2  | 27,4  |
| «Ухудшенный климат»    | Рыночные воздействия   | 2,5   | 0,3  | 7,5   |
|                        | Рыночные воздействия и риск катастроф                          | 6,9   | 0,9  | 16,5  |
|                        | Рыночные воздействия, внерыночные воздействия и риск катастроф | 14,4  | 2,7  | 32,6  |

Источник: Составлено автором на основе [5]

жет принять угрожающий характер и тогда более чем вероятно будет повышение температуры не на безопасные 2–3°C к 2050 г., а на 5–6°C и более, что чревато катастрофическими последствиями поистине вселенского масштаба.

Адаптация к изменениям климата при сохранении цели достижения устойчивого развития требует точного и достоверного прогнозирования изменений в региональных погодных и климатических условиях и, особенно, стихийных явлений [9; 10]. Вместе с тем, у современных климатических моделей до сих пор имеются серьезные недостатки в воспроизведении региональных климатических изменений, а, следовательно, и в выработке требуемой информации о региональных изменениях с уровнем точности, необходимым обществу.

**Выводы.** Комплексных оценок воздействия климатических изменений на экономику, экологию и население Украины пока не существует. Хотя построение таких оценок становится в настоящее время актуальной задачей. Необходимо выяснить, что и где на территории страны будет происходить в связи с изменением климата. При этом следует принимать во внимание, что антропогенная составляющая изменения климата в значительной степени определяется энергоёмкими технологиями, генерирующими парниковый эффект и ухудшение качества окружающей среды в целом. В этой связи проблема создания экологически чистых (энергосберегающих) технологий становится первостепенной при планировании развития экономики в Украине.

Необходимо также подсчитать финансовые затраты. Пришло время всерьез задуматься и о том, что Украина может сделать для ограничения и сокращения выбросов парниковых газов, а также разработать меры, которые потребуются предпринять для адаптации экономики страны к изменению климата.

Направления дальнейших исследований должны включать:

- оценку предсказуемости изменений климата ввиду их крайней сложности и глубокий анализ для выявления, определения и объяснения конкретных причин имеющих изменений, включая человеческую деятельность;
- применение полученных результатов в сфере социально-экономических последствий изменений климата, которые ощутит все население планеты.

Сложность поставленных задач, необходимость понимания последствий изменений климата для всего человечества, экономики, экосистем и окружающей среды в глобальном, региональном и локальном масштабах требует разноплановых исследований многих ученых в различных научных и прикладных сферах.

## Литература

1. Шурда К. Э. Ресурсы и антиресурсы погодноклиматического фактора (экономико-экологический аспект) : монография / К. Э. Шурда. – Одесса : Ин-т проблем рынка и экон.-экологич. исслед. НАН Украины, 2012. – 314 с.
2. IPCC Fourth Assessment Report. Working Group 1. Climate Change 2007. The Physical Science Basis [Electronic resource]. – Accessed mode : <http://www.ipcc.ch/>
3. Краковська С. В. Моделі загальної циркуляції атмосфери та океанів у прогнозуванні змін регіонального клімату України в XXI ст. / С. В. Краковська, Л. В. Паламарчук, І. П. Шедемченко, Г. О. Дюкель, Н. В. Гнатюк // Геофізический журнал. – 2011. – Т. 33, № 6. – С. 68–81.
4. Schellnhuber H. J. Avoiding Dangerous Climate Change / H. J. Schellnhuber, W. Cramer, N. Nakicenovic, T. Wigley, G. Yohe (eds.). – Cambridge University Press, 2006. – 392 p.
5. Stern N. The Economics of Climate Change / Nicholas Stern // The Stern Review. – Cabinet Office – HM Treasury, UK, 2006. – 662 p.
6. Шурда К. Э. Феномен антиресурсу в системі суспільного розвитку в умовах конфліктів і криз / В. М. Степанов, К. Е. Шурда // Економіст. – 2011. – № 3(293). – С. 11–13.
7. Pacala S. Stabilization wedges: Solving the climate problem for the next 50 years with current technologies / S. Pacala, R. Socolow // Science. – 2004. – Vol. 305. – P. 968–972.
8. Jos G. J. Long-term trend in global CO<sub>2</sub> emissions. 2011 report / Jos G. J., Olivier, Greet Janssens-Maenhout, Jeroen A.H.W. Peters, Julian Wilson. – PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. – The Hague, 2011; European Union, 2011. – 42 p.
9. Массей Е. Е. Досвід Європейського Союзу в адаптації до зміни клімату та застосування його в Україні / Ерік Е. Массей. – ОБСЄ Київ, 2012. – 40 с.
10. Shurda K. E. Economic usefulness of weather-climatic information / K. E. Shurda // Актуальные проблемы современных наук – 2012: VIII междунар. науч.-практ. конференция, 07-15 июня 2012 г. : сб. науч. статей. – Пшемысль, 2012. – Т.11. Экономические науки. – С. 5–10.

Статья поступила в редакцию 03.03.2014

## References

1. Shurda, K. E. (2012). *Resources and antiresources of weather-climatic factors (economic and ecological aspect)*. Odessa: Inst. of market problems and econ.-ecol. research of the NASU (in Russ.).
2. IPCC Fourth Assessment Report (2007). *Working Group 1. Climate Change 2007. The Physical Science Basis*. Retrieved from <http://www.ipcc.ch/>
3. Krakovska, S. V., Palamarchuk, L. V., Shedemenko, I. P. et al (2011). General circulation model of the atmosphere and oceans to predict changes in Ukraine's regional climate in the twentieth century. *Geofizicheskiy zhurnal (Geophysical Journal)*, 33(6), 68-81 (in Ukr.).
4. Schellnhuber, H. J., Cramer, W., Nakicenovic, N., Wigley, T., Yohe, G. et al. (2006). *Avoiding Dangerous Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
5. Stern, N. (2006). *The Economics of Climate Change*. London, UK: Cabinet Office – HM Treasury.
6. Shurda, K. E., & Stepanov, V. M. (2011). The phenomenon of antiresource in the social development in the context of conflicts and crises. *Economist (Economist)*, 3, 11-13 (in Ukr.).
7. Pacala, S., & Socolow, R. (2004). Stabilization wedges: Solving the climate problem for the next 50 years with current technologies. *Science*, 305, 968-972.
8. Jos, G. J., Peters, J., et al. (2011). *Long-term trend in global CO<sub>2</sub> emissions (Report)*. The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.
9. Massey, E. E. (2012). *Experience of the European Union in adaptation to climate change and its application in Ukraine*. Kyiv: OSCE (in Ukr.).
10. Shurda, K. E. (2012). Economic usefulness of weather-climatic information. *Aktualnye problemy sovremennykh nauk – 2012 (Actual Problems of Modern Science – 2012)*, 11, 5-10.

Received 03.03.2014

## ШАНОВНІ АВТОРИ «ЕЧ-XXI»!

Нові вимоги до наукових статей та умови їх публікації

в науковому фаховому журналі

«Економічний часопис-XXI»

викладені на сайті:

<http://soskin.info/ea/avtory.html>