

ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ АНАЛИЗА ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Горобченко Денис Владимирович

Украина, г. Сумы, Сумской государственный университет,
кафедра экономики

Анализ новой волны исследований теории экономического развития, направленных на выявление новых детерминант роста, позволяет сделать вывод о малом интересе ученых к экологическим факторам. Большинство исследований направлено на поиск этих детерминант в показателе, известном под названием «остаток Солоу». Однако результаты эмпирических исследований, направленных на выявление влияния экономического роста на показатели экологической устойчивости развития, в которых широкое распространение получила зависимость с названием «экологическая кривая Кузнецца» (ЭКК), вступают в противоречие с выводами, основанными на анализе исключительно теоретических моделей. Как показал анализ работ, направленных на выявление и изучение ЭКК, множество предложенных подходов вступают в противоречие друг с другом и не предоставляют комплексную информацию о динамике влияния факторов экономического развития на качество компонентов окружающей природной среды (ОПС).

Целью работы является анализ работ, направленных на изучение влияния факторов экономического развития на состояние окружающей природной среды, построение комплексной модели эколого-экономического развития, основанной на интеграции уже известных подходов и более комплексном представлении информации о параметрах развития

Впервые зависимость уровня доходов и качества ОПС была рассмотрена в 1971 году в работе В. Руттана [10]. Ученый выявил, что эластичность спроса по доходу на материальное потребление и услуги тем ниже, чем выше уровень благосостояния. Эластичность спроса на экологически качественные

условия жизни наоборот тем выше, чем выше уровень благосостояния. Дж. Англ и Г. Хайдебринк утверждают, что спрос на «чистый воздух» начинает расти, когда уровень доходов достигает определенного значения [2]. С 1991 года, когда ученые впервые эмпирическим путем установили систематическую зависимость между доходом на душу населения и качеством ОПС, получившей название «экологической кривой Кузнецца», данный метод стал фактически стандартом определения уровня экологического развития государства. Первые исследования в этой области показали, что значения некоторых важных индикаторов качества компонентов окружающей среды улучшаются вместе с ростом доходов населения и уровнем потребления [5].

Широкое применение ЭКК в исследованиях получила после ее популяризации Всемирным банком в «Отчете о Всемирном развитии» в 1992 году [6], в котором было подчеркнуто, что вместе с ростом доходов, спрос на повышение качества ОПС в форме инвестиций будет расти. Также ученые предполагают, что создание обратной U-образной закономерности между доходами и качеством ОПС должна генерировать сама экономическая система с помощью изменений в структуре спроса и предложения невидимой рукой А. Смита [11].

Основные аргументы, объясняющие характер ЭКК:

- технологическое совершенствование производственных систем, исключая отрицательные факторы влияния;
- внедрение менее материало-и энергоемких технологий;
- повышение информированности населения о влиянии загрязнения на благосостояние и здоровье;
- повышение эластичности спроса на «чистый воздух»;
- либерализация международных торговых отношений;
- развитие открытых политических систем.

Основные пункты критики ЭКК следующие:

- последствия деградации ОПС не могут нанести значительный ущерб субъектам экономической деятельности, а сама деградация ОПС не может остановить экономический рост и повлиять на благосостояние людей в будущем;

- структура экодеструктивных воздействий меняется в процессе экономического роста, что создает ложную видимость снижения уровня загрязнения;

- ЭКК является следствием либерализации международной торговли, когда развитые страны получают возможность снижать негативную нагрузку на природную среду и переносить ее в развивающиеся страны.

Проведя комплексный анализ исследований по концепции ЭКК в работе [8] для различных видов экодеструктивной деятельности, ученый определил следующие формы взаимосвязи между состоянием ОПС и уровнем экономического развития (в скобках – количество доказанных зависимостей): монотонный рост (22), монотонный спад (20), обратная U-образная кривая (333), U-образная кривая (25), N-образная кривая (27), слабая корреляция (124), отсутствие связи (37). Итого, только 57% исследований подтверждают существование ЭКК в классическом виде, а в 21% исследований связь очень слабая. В работе [3] ученые утверждают, что кривая зависимости между загрязнением и экономическим ростом имеет волновой характер. Логично предположить, что полученные в [8] формы зависимости могут быть частями волновой траектории и обусловлены недостаточным количеством информации об исследуемых явлениях.

В [4] показана возможность снижения траектории ЭКК в развивающихся странах: статистика показывает, что траектория ЭКК идет ниже в развивающихся странах для тех же видов экодеструктивного воздействия, чем в развитых странах. Это может быть связано с тем, что развивающиеся страны теперь более осведомлены о возможных негативных последствиях экодеструктивной деятельности, тогда как развитые страны не имели такой информации.

Разработка комплексной эколого-экономической модели обусловлена выявлением ряда недостатков, присущих проанализированным работам. К ним мы отнесли:

- Отсутствие комплексного анализа количественных и качественных характеристик исследуемых процессов. При определении взаимосвязи «загрязнение – экономический рост» могут учитываться как абсолютные (количественные, экстенсивные) так и относительные (качественные, интенсивные) показатели. Часто также используются значения натуральных логарифмов исследуемых показателей. Раздельный анализ абсолютных и относительных величин, во-первых, не позволяет провести комплексный анализ динамики эколого-экономических факторов, во-вторых, не позволяет сравнивать данные различных исследований;

- Не учитывается эффект рикошета. Эффект рикошета или эффект бумеранга проявляется, когда качественное экологическое совершенствование и оптимизация процессов природопользования приводит к увеличению абсолютного масштаба экодеструктивной деятельности;

- Не учитывается аккумуляция и абсорбция природными системами результатов экодеструктивных действий. Согласно закону цепных антропогенных связей и процессов, антропогенные потоки, формирующиеся в пределах природно-технических геосистем, способны взаимодействовать таким образом, что их суммирование создает кумулятивный эффект, который обуславливает увеличение масштаба распространения антропогенных изменений природной среды [1]. Учет данного фактора позволяет повысить точность расчетов, предвидеть долгосрочные последствия экодеструктивного воздействия;

- Предусматривается лишь бесконечное экономический рост. Взаимосвязь «загрязнение – экономический рост» не описывает характер изменения экономических показателей, предполагая только их перманентный рост. Экономический спад или стагнация не учитываются;

- **Отсутствует временная привязка исследуемых показателей.** ЭКК в классическом виде учитывает только показатели экономического роста и факторов влияния, что существенно снижает ценность получаемых результатов;

- **Не сформулированы необходимые условия существования ЭКК в ее классическом виде.** Обратная U-образный характер зависимости, определенный на основе статистических показателей по многим странам, кроме того, является желательной траекторией развития. Целью исследования не является доказательство объективности существования ЭКК. Вместо этого мы считаем, что существование ЭКК является необходимым условием повышения устойчивости развития. Таким образом, возникает необходимость определения условий ее достижения.

Учет фактора времени обеспечивается за счет определения показателей уровня загрязнения и экономического развития в виде соответствующих динамических функций. Для упрощения модели под уровнем экономического развития понимается уровень выпуска в экономике. Связь между уровнем загрязнения и экономического развития определяется декомпозицией данных показателей:

$$E(t) = \frac{E}{Q}(t) \times Q(t), \quad (1)$$

где $E(t)$ – уровень загрязнения, $Q(t)$ – уровень выпуска в экономике, $E/Q(t)$ – удельное загрязнение (экодеструктивность) производства.

Дифференцируя и логарифмируя (1) получаем связь между абсолютными и удельными показателями:

$$\frac{\Delta E}{E} = \frac{\Delta Q}{Q} + \frac{\Delta(E/Q)}{(E/Q)}, \quad (2)$$

где $\Delta E/E$, $\Delta(E/Q)/(E/Q)$ – темпы прироста абсолютного и удельного значений загрязнения соответственно; $\Delta Q/Q$ – темп прироста выпуска, определяющий скорость экономического роста.

Устойчивое развитие и кумулятивный эффект, как отмечается в [9], являются противоположными категориями относительно постановки и

решения проблем общества. Концепция устойчивого развития предлагает общие направления решения проблем без четкой формулировки самих проблем. Кумулятивный эффект является показателем, характеризующим состояние природной системы и может быть использован для формулирования проблемы, однако не предлагая механизм ее решения.

Сегодня кумулятивный эффект зачастую возникает настолько часто во времени и плотно в пространстве, что восстановление исходного ее состояния не может быть достигнуто только за счет ассимиляционных способностей природы. Характеризуется данный эффект уровнем и направлением изменений состояния системы, отличным от природного [9].

Если определение уровня загрязнения требует учета аккумуляции и абсорбции результатов экодеструктивного воздействия, мы предлагаем рассчитывать его в общем случае по следующей формуле:

$$E(t) = \sum_{t=t_0}^{t_n} f(E_t; t_n - t) \quad (3)$$

где $E(t)$ – уровень загрязнения в периоде t ; f – функция, отражающая зависимость уровня загрязнения от эффектов аккумуляции и абсорбции во времени; t_n – текущий период; t_0 – горизонт ретроспекции; $t_n - t$ – период от момента загрязнения до расчетного периода.

Взаимосвязь исследуемых величин определяет модель эколого-экономического развития, которая графически представлена на рис. 1.

В данной модели представлено три кривые (№ 1, 2, 3), которые определяют зависимость в системе «экономический рост – состояние ОПС» в рамках концепции ЭКК. Как видно из графика, достижение ЭКК № 1 максимума и снижение траектории не является достаточным условием дальнейшего неувеличение уровня загрязнения если темп роста выпуска будет опережать темп снижения удельного загрязнения, т.е. при выполнении условия, следующего из (2):

$$\frac{\Delta Q}{Q} > - \frac{\Delta(E/Q)}{(E/Q)}. \quad (4)$$

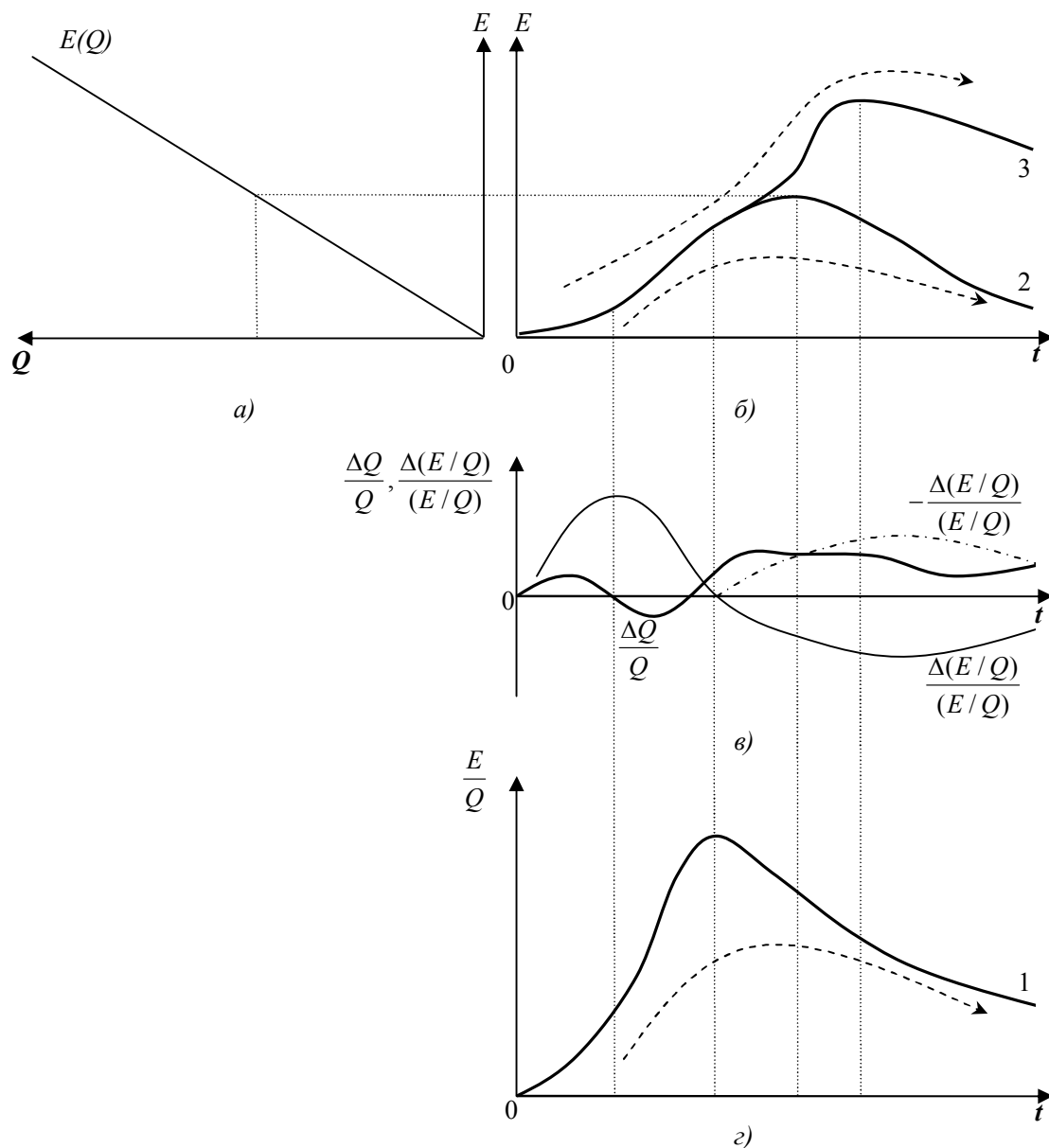


Рисунок 1 – Теоретическая модель эколого-экономического развития

Соответственно, достижение максимума ЭКК №2 также не определяет точку максимального уровня загрязнения, если учитывать эффект аккумуляции загрязнения, который начнет проявляться с момент превышения ассимиляционных возможностей природной системы.

Таким образом, минимальным условием, которое должно гарантировать как минимум неувеличение неустойчивости развития является преодоление максимума ЭКК №3.

Предложенный подход был применен для анализа экологической устойчивости развития на примере эмиссии парниковых газов (ПГ) в Украине за период 1999-2009 гг. Исходные данные и основные показатели, полученные в рамках предложенной модели представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Исходные и расчетные данные для модели эколого-экономического развития

Год	ВВП, млрд долл. США	Эмиссия ПГ, тыс. т. CO ₂ экв.	Накопление ПГ в атмосфере, тыс. т. CO ₂ экв.	E/Q , тыс. т. CO ₂ экв. / млрд долл. США	$\frac{\Delta Q}{Q}$, %	$\frac{\Delta(E/Q)}{(E/Q)}$, %
1999	29,52	404078,96	404078,96	13688,31		
2000	31,26	392967,53	657767,97	12570,94	5,89	-8,16
2001	34,14	391240,84	899156,64	11459,90	9,21	-8,84
2002	35,91	399927,63	1137664,62	11136,94	5,18	-2,82
2003	39,29	415914,00	1383269,23	10585,75	9,41	-4,95
2004	44,04	415371,99	1642559,57	9431,70	12,09	-10,90
2005	45,23	422833,40	1899129,87	9348,52	2,70	-0,88
2006	48,44	440196,06	2160731,55	9087,45	7,10	-2,79
2007	52,84	440443,59	2436598,44	8335,42	9,08	-8,28
2008	55,30	427799,12	2709801,06	7735,97	4,66	-7,19
2009	52,10	448451,98	2968192,72	8607,52	-5,79	11,27

Результаты расчетов показывают положительную динамику для ЭКК №1, т.е. устойчивое снижение значения удельной эмиссии ПГ, приходящихся на единицу ВВП. Темпы прироста удельной эмиссии характеризуются отрицательным значением при положительной динамике роста ВВП, что, в принципе, является положительной тенденцией. Однако в ряде случаев наблюдалось проявление эффекта рикошета (2002–2003, 2005–2007 гг.), обусловленного превышением темпов экономического роста над темпами уменьшения удельной эмиссии.

Исключением из положительной тенденции является 2009 год, когда при резком экономическом спаде объем эмиссии ПГ увеличился, что может быть обусловлено кризисными явлениями в мировой и украинской

экономике. Это может указывать на непропорционально большую долю в структуре экономики тех направлений, для которых соотношение уровня загрязнения и приносимого национального дохода является наименее оптимальным с точки зрения экологической устойчивости развития.

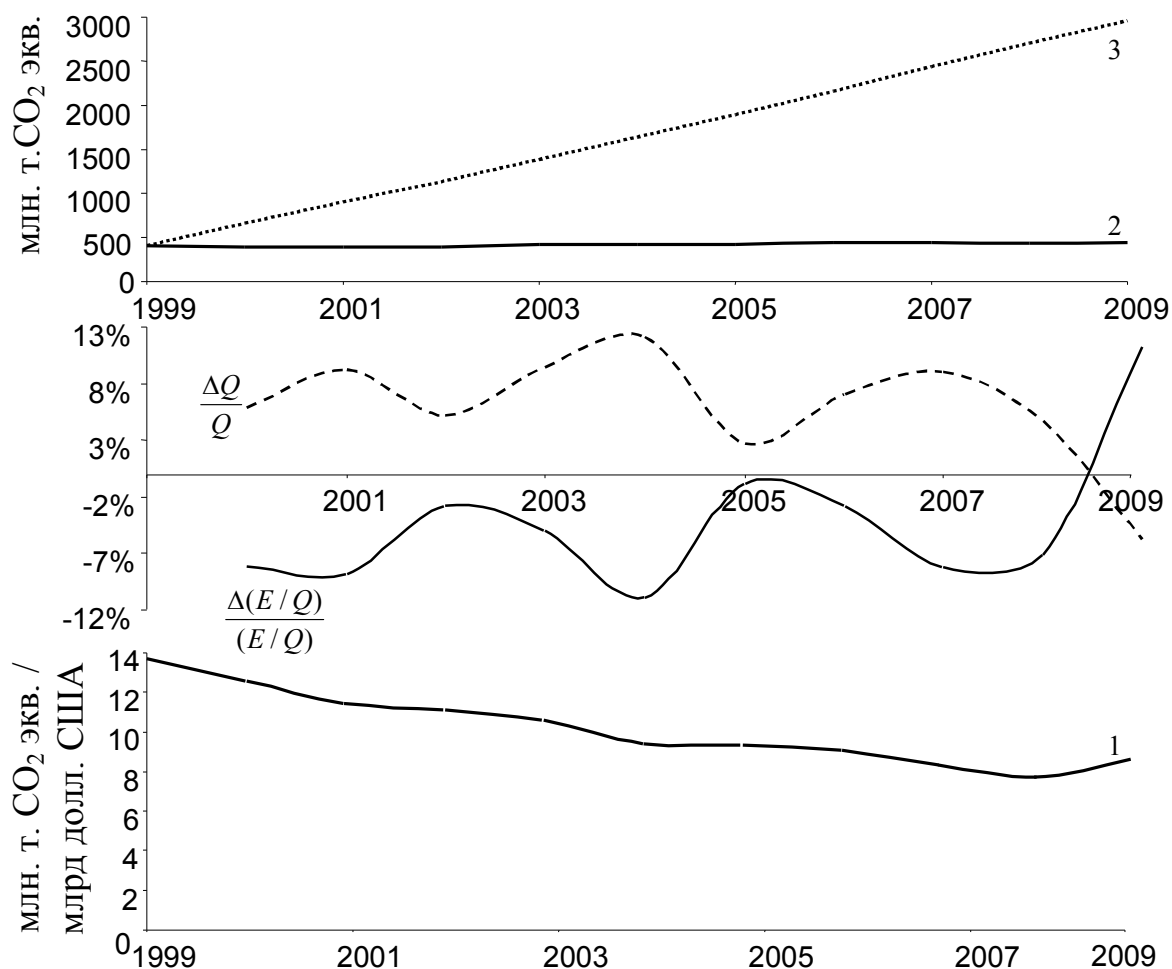


Рисунок 1 – Динамика показателей эмиссии ПГ в Украине согласно модели эколого-экономического развития

Что касается ЭКК №2, здесь наблюдается относительная стабильность показателя валовой эмиссии ПГ, на что указывает незначительное значение среднеквадратического отклонения данного показателя (16,2 млн т. CO₂ экв.), которое составляет 3,9% от значения валовой эмиссии. Тем не менее, общая тенденция указывает на постепенное увеличение уровня загрязнения, связанного с увеличением объема выпуска. Фактором, который существенно

замедляет рост эмиссии, является перманентное снижение показателя удельной эмиссии. Так, если не учитывать кризисные явления, с 1999 до 2008 г. объем ВВП возрос в 1,87 раза, а уровень эмиссии – в 1,05 раза. Принимая во внимание сложную экономическую ситуацию, подобная статистика может в общем случае считаться положительной тенденцией, учитывая, что на соответствующих этапах развития, согласно В. Руттану [10], экономические интересы обычно «подавляют» экологические интересы общества.

Относительно ЭКК №3, следует отметить ее крайне негативную тенденцию к постоянному и быстрому росту. Это, в первую очередь, связано с медленной динамикой поглощения ПГ. Учитывая способность планеты к абсорбции ПГ было выявлено, что для стабилизации их концентрации (что должно переломить тенденцию к росту ЭКК №3), необходимо уже в 2011 г. сократить эмиссию на 68% и в дальнейшем уменьшать ее на более чем 5% в год в 2012–2014 гг., 4% – в 2015–2019 гг. и т.д., постепенно снижая уровень загрязнения до нуля к началу XXII в. На рис. 2 показана соответствующая данному сценарию траектория ЭКК №2 и №3, а также ЭКК №1, которая определяется на основании экстраполяции на период прогнозирования тенденции экономического роста за 1999–2008 гг. Достижение прогнозного значения при указанной тенденции экономического роста требует в 23 раза снизить значение удельной эмиссии ПГ.

Следует отметить «утопический» характер такого сценария, что обуславливает необходимость определения достижимых показателей эколого-экономического развития. Такие показатели, на наш взгляд, определены Международной группой экспертов по вопросам изменения климата и заключены в соответствующих сценариях, среди которых наиболее часто рассматриваются сценарии 450 и 550, определяющие целевую концентрацию ПГ в $\text{мг}/\text{м}^3$. Достижение прогнозных значений предполагает выполнение обязанностей по сокращению эмиссии ПГ всеми сторонами в объеме, приведенном в табл. 2.

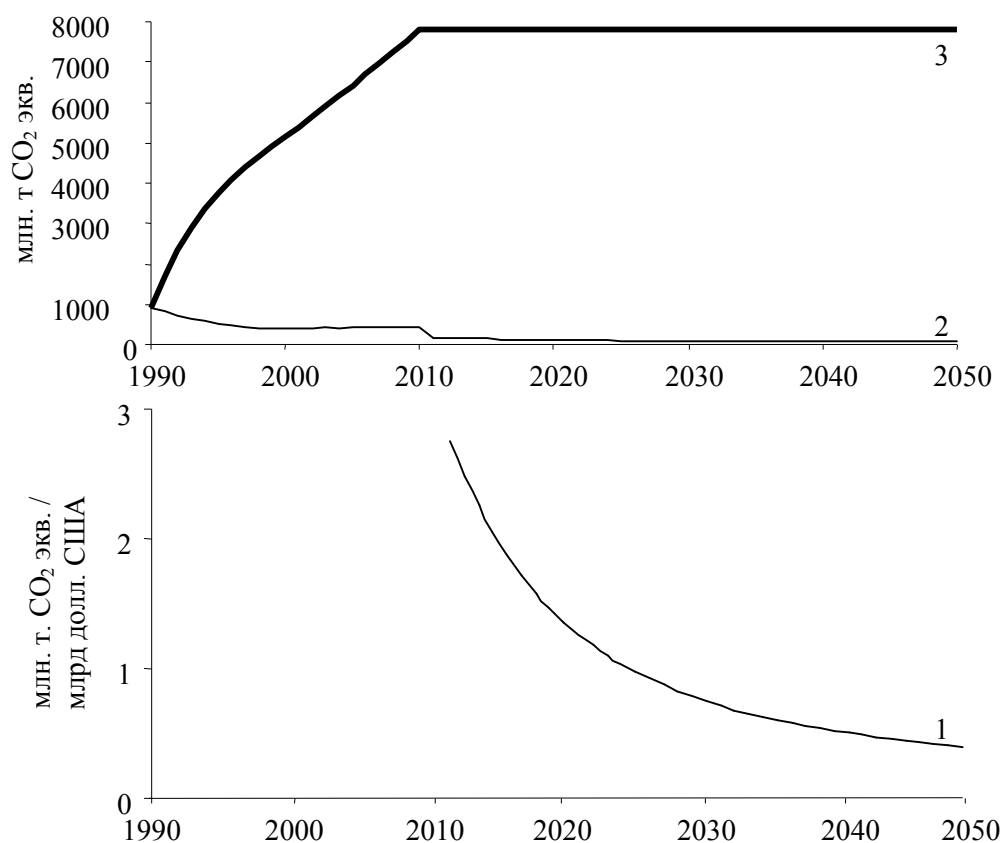


Рисунок 2 – Сценарий стабилизации экологически устойчивого развития

Таблица 2 – Сценарии сокращения эмиссии ПГ до 2050 г. [7]

		Сокращение эмиссии ПГ странами Приложения I РКИК ООН от уровня 1990 г., %	
		60%	90%
Сокращение эмиссии ПГ странами не Приложения I РКИК ООН от уровня 1990 г., %	Сценарий 450	-70%	-50%
	Сценарий 500	-35%	-10%
	Сценарий 550	+25%	+50%

Полученные прогнозные оценки в рамках предложенной модели представлены на рис. 3. Достижение целевых значений требует при сохранении тенденции экономического развития в 4 и 16 раз снизить значение удельной эмиссии для подавления эмиссии на 60% и 90% соответственно. Как показало проведенное исследование, направленное на выявление экономической эффективности мероприятий по достижению прогнозных значений, в кратко- и среднесрочной перспективе следует

ожидать убыточности данных мероприятий, однако в долгосрочной перспективе – увеличения их доходности, которая прямо зависит от периода времени и целевой концентрации ПГ при приблизительно постоянном темпе роста доходности.

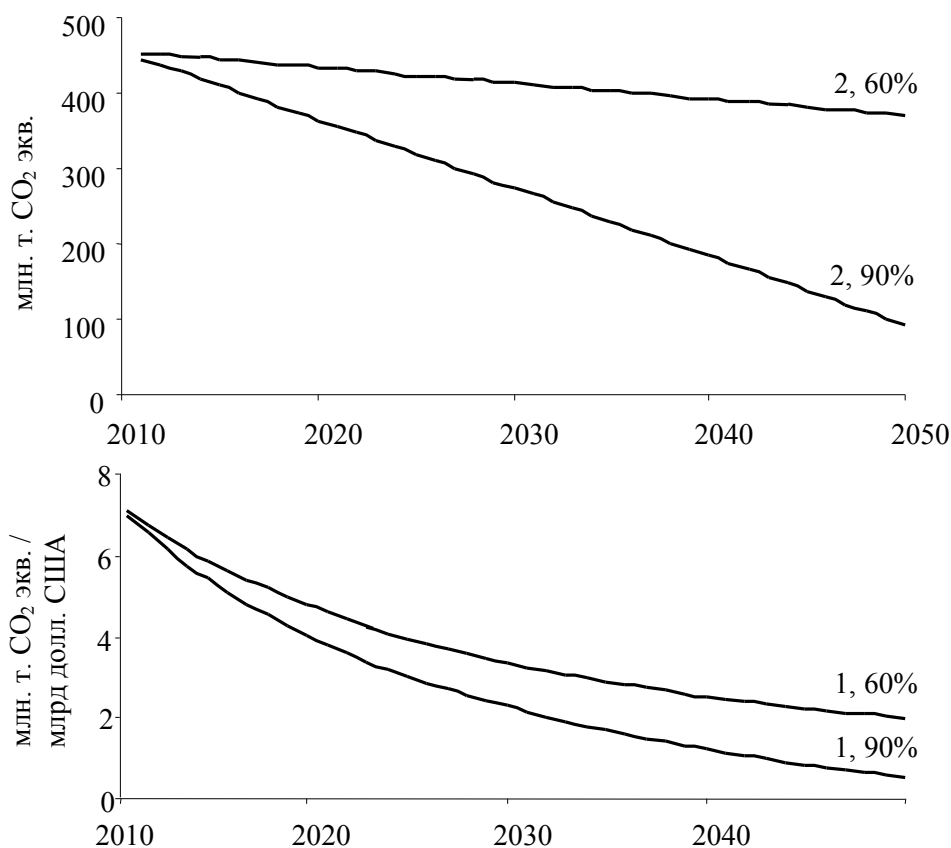


Рисунок 3 – Прогнозные оценки эколого-экономического развития для сценариев 450 и 550

Делая общие выводы по результатам исследования, следует отметить в целом положительную тенденцию экологической устойчивости развития. Частично данная тенденция поддерживается постоянным снижением удельных показателей эмиссии ПГ на единицу выпуска в экономике, которая нарушилась в период финансового кризиса. Постепенное увеличение валовой эмиссии существенно замедляется влиянием данного фактора, однако ее рост полностью не предотвращается. Что касается увеличения концентрации ПГ в атмосфере, следует отметить ее значительное увеличение, несмотря на тот

факт, что с момента распада СССР в Украине практически в два раза снизился общий уровень эмиссии. Преодоление тенденции увеличения концентрации ПГ требует значительного увеличения экоэффективности хозяйственной деятельности (в 4-23 раза, в зависимости от целевого значения), а также координации действий на мировом уровне, т.к. невыполнение обязательств относительно сокращения эмиссии ПГ определенными государствами может ставить под угрозу достижение общей цели достижения устойчивого развития.

1. Мазур И. И. Теоретические основы инженерной экологии : учеб. пособие для вузов / Мазур И. И., Молдаванов О. И., Шишов В. Н.; под ред. И. И. Мазура. – В 2-ух томах. – М. : Высш. шк., 1996. – Т. 1. – 637 с.

2. Antle J. M. Environment and Development: Theory and International Evidence / J. M. Antle, G. Heidebrink // Economic Development and Cultural Change 43(3). – 1995. – P. 603–25.

3. Bruyn, Sander de. Empirical Investigations in Environmental-Economic Relationships Reconsidering the Empirical Basis of Environmental Kuznets Curves and the De-linking of Pollution from Economic Growth / Sander de Bruyn, Jeroen van den Bergh, Hans Opschoor // Discussion paper TI 95–140 Tinbergen Institute, Free University, Amsterdam. – 1995. – 21 p.

4. Dasgupta S. Confronting the environmental Kuznets curve / Dasgupta S., Laplante B., Wang H., Wheeler D. // Journal of Economic Perspectives. – № 16. – 2002. – P. 147–168.

5. Grossman G.M. 1991. Environmental Impact of a North American Free Trade Agreement / G. M. Grossman, A. B. Krueger // Working Paper 3914. National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA. – 1991.

6. IBRD. World Development Report 1992. Development and the Environment. New York : Oxford University Press.

7. IPCC. Climate Change 2001a: Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability.

8. Li H. Economic Growth and Environmental Quality: A Meta-Analysis of Environmental Kuznets Curve Studies / H. Li., T. Grijalva, R. P. Berrens // Economics Bulletin. – 2007. – Vol. 17, No. 5. – P. 1–11.

9. Munasinghe M. Defining and Measuring Sustainability: The Biogeophysical Foundations / M. Munasinghe. – Washington, D.C. : The World Bank Press. – 1995. – P. 407–428.

10. Ruttan V. W. Technology and the Environment / V. W. Ruttan // American Journal of Agricultural Economics. – 1971. – № 53. – P. 707–717.

11. Stokey N. L. Are there limits to growth? International Economic Review / N. L. Stokey. – 1998. – № 39(1). – P. 1–31.