

В. В. Коварда

О необходимости учета экологического фактора при построении макроэкономических моделей

В статье приведены данные относительно экономического ущерба от роста заболеваемости населения вследствие ухудшения состояния окружающей среды. Проанализированы статистические данные увеличения числа стихийных бедствий и ущерба от них, роста затрат на охрану окружающей среды и количества экологических преступлений. Приведены основные тенденции в динамике природных рисков на глобальном уровне экономического развития. В заключении статьи обоснована необходимость учета фактора экологической обстановки при построении макроэкономических моделей.

Ключевые слова: экономико-математическая модель, антропогенное воздействие, экономический ущерб, экологический фактор, качество жизни населения.

Введение. Характерная черта общественного развития в последнее десятилетие – значительный рост экономического ущерба от природных опасностей. Поскольку в генезисе последних всевозрастающую роль играет хозяйственная деятельность человека, они все чаще являются, по сути, природно-антропогенными (природно-техногенными). В этой связи, а также, с учетом того принципиально важного обстоятельства, что повышение уязвимости общества в рассматриваемом отношении в основном детерминировано именно социально-экономическими факторами, сегодня речь следует вести не просто о «природных опасностях», а о «природных рисках». Учет фактора экологической обстановки, таким образом, становится необходимым условием разработки и построения объективных макроэкономических моделей.

Основная часть. Современная математика характеризуется интенсивным проникновением в другие науки; во многом этот процесс происходит благодаря дифференциации математики на ряд самостоятельных областей. Язык математики универсален и это – объективное отражение универсальности законов окружающего мира.

Экономика, как наука об объективных причинах развития общества, еще со Средних веков пользуется разнообразными количественными характеристиками, и потому вобрала в себя большое число математических методов. Простейшие математические модели на уровне таблиц и формул использовались еще Ф. Кене в 1758 г. («Экономические таблицы»), А. Смитом (классическая макроэкономическая модель), Д. Риккардо (модель международной торговли).

В 19 в. усилиями Л. Вальраса, О. Курно, В. Парето, Ф. Эджворта и других были сформированы основы математического подхода к исследованию рыночной экономики. В 20 в. математическое моделирование экономических процессов получило бурное развитие, достаточно упомянуть Нобелевских лауреатов в области экономики – В. Леонтьева, Д. Хикса, Р. Солоу, П. Самуэльсона. Значительный вклад в развитие экономико-математических моделей внесли отечественные ученые – Е. Слуцкий, В. Новожилов, Л. Канторович.

Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры таможенного дела и управления, мировой экономики и политики ГОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск.

Произошедшая в 19 веке «революция» в экономике обусловила активное использование разработанного математического аппарата. Более того, активность экономических исследований побуждает математиков к дальнейшему развитию математического инструментария [1]. И это не случайно. С одной стороны, экономико-математические модели являются хорошим средством анализа и прогнозирования социально-экономических процессов. С другой, постоянные изменения в экономической жизни общества требуют корректировки «старых» или создания новых моделей.

Так, одна из самых известных экономико-математических моделей – производственная функция Кобба-Дугласа – использует в своих расчетах только два фактора: труд и капитал [2]:

$$Y = a_0 K^{\alpha_1} L^{\alpha_2}, \quad (1)$$

где K – объем используемого основного капитала; L – затраты живого труда.

При построении ПФ научно-технический прогресс (НТП) может быть учтен с помощью введения множителя НТП e^{pt} , где параметр (число) p ($p > 0$) характеризует темп прироста выпуска под влиянием НТП:

$$y(t) = e^{pt} f(x_1(t), x_2(t)) \quad (t = 0, 1, \dots, T). \quad (2)$$

Таким образом, отмечается важность для развития экономики основных фондов, человеческих ресурсов и интеллектуального потенциала.

При этом в настоящее время возрастает роль не только простого труда, но и человеческого капитала. Эти недостатки свойственны практически всем моделям экономической теории, основы которой были заложены в 19 – начале 20 вв.

На наш взгляд, при учете и анализе движущих факторов развития экономики России необходимо учитывать экологическую составляющую, системы здравоохранения и охраны труда.

Так, современная конкуренция требует перманентного совершенствования техники и технологии производства, оказания услуг, товары все более усложняются. В этой связи возрастает роль человека не только как рабочей силы, но и как источник знаний и новых идей, путей их реализации, воплощения в жизнь и использования, т.е. роль человеческого капитала постоянно растет. В то же время человеческая деятельность в стремлении к эффективности производства, удовлетворению все возрастающих потребностей привела к постоянному увеличению перманентного воздействия на окружающую среду – среду обитания, и на природу в целом – так как деятельность человека приобрела глобальный характер. При этом рост численности населения на планете и интенсификация человеческой деятельности в связи с научно-технической революцией неминуемо приводят к еще более резкому росту антропогенного влияния на природу. В результате на Земле происходят перераспределение водных ресурсов, изменение местного климата, преобразование некоторых черт рельефа. Из недр планеты ежегодно извлекается свыше 120 млрд т. полезных ископаемых, выплавляется 800 млрд т. различных металлов, производится более 60 млн т. синтетических материалов, вносится в почву свыше 500 млн т. минеральных удобрений и около 3 млн т. различных ядохимикатов [3].

Возрастание масштабов антропогенного воздействия на природную среду не проходит бесследно: ежегодно уничтожаются десятки миллионов гектаров лесов,

пахотных земель, исчезли тысячи видов животных и растений. Основные источники загрязнения атмосферного воздуха приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные источники загрязнения атмосферного воздуха

Отрасль промышленности	Аэрозоли	Газообразные выбросы
Теплоэнергетика	Зола, сажа (Pb, Mo, V, Li, V, Ni, Cu, Zn, Sn, Hg, N ₂ O ₅), радионуклиды	NO ₂ , CO ₂ , CO, NO, SO ₃ , бенз(а)пирен, альдегид, органические кислоты
Транспорт	Сажа (Pb)	CO, NO ₂ , C _x H _y бенз(а)пирен
Химическая промышленность	Пыль, сажа (Zn, Sn, Sb, Mo, Co, Ni, Cu, Bi, W, Hg, Cd)	H ₂ S, CS ₂ , CO, NH ₃ Кислоты, растворители, летучие сульфиды
Металлургия	Пыль, оксиды железа (Mn, Zn, Pb, Mo)	SO ₂ , CO ₂ , NH ₃ , NO _x фтористые соединения, цианистые соединения, органические вещества, бенз(а)пирен
Промышленность строительных материалов	Пыль (Zn, Bi, Mo, Ca, Ba)	CO, органические соединения

Ответная реакция природы проявляется в двух формах:

1. Острых воздействий, например, усыхания лесов от кислотных дождей.
2. Перманентных, хронических процессов типа постепенного изменения климата, ослабления принципа Ле Шателье-Брауна, и т.п.
3. «Эффект бумеранга» (ответная реакция окружающей среды) проявляется тем сильнее, чем выше уровень нарушений человеком природных систем.

Выделяют следующие аспекты последствий загрязнения окружающей среды:

1. Медико-социальный – воздействие деградирующей среды на здоровье человека.
2. Экономический – негативное влияние загрязнения среды на общественное производство и его конечные результаты.
3. Экологический – нарушение процессов протекания естественных природных процессов.
4. Духовно-эстетический – негативное влияние деградирующей среды на духовное и эстетическое восприятие людей.

Поддержание экологического баланса, сохранение окружающей среды для развития экономики и человечества в целом связано с негативным воздействием природных явлений на предметы и средства труда, а также на людей, их здоровье.

В динамике природных рисков на глобальном уровне экономического развития можно выделить ряд основных тенденций. Это, во-первых, увеличение количества наиболее разрушительных для хозяйственных систем природных бедствий и объема соответствующего ущерба, темпы которого устойчиво превышают темпы роста производства мирового валового продукта (МВП). В 1950-1999 гг. прямой ущерб от наиболее разрушительных природных катастроф в мире вырос более чем в 15 раз, а объем МВП – всего в 4,5 раза. Во-вторых, опережающий в сравнении с динамикой количества самих катастроф рост экономического ущерба от природных бедствий. В соответствии с прогнозами к 2050 г. в сравнении с началом 2000-х ущерб от природных бедствий возрастет в девять раз, а их количество – лишь вчетверо.

В-третьих, всеобщий, тотальный характер роста экономического ущерба от природных опасностей и бедствий. В-четвертых, усиление дифференциации природных рисков, основным фактором которой является различная степень уязвимости экономических систем.

В России за последние годы увеличилось количество природных и социальных катаклизмов, которые отражаются и на производительных силах.

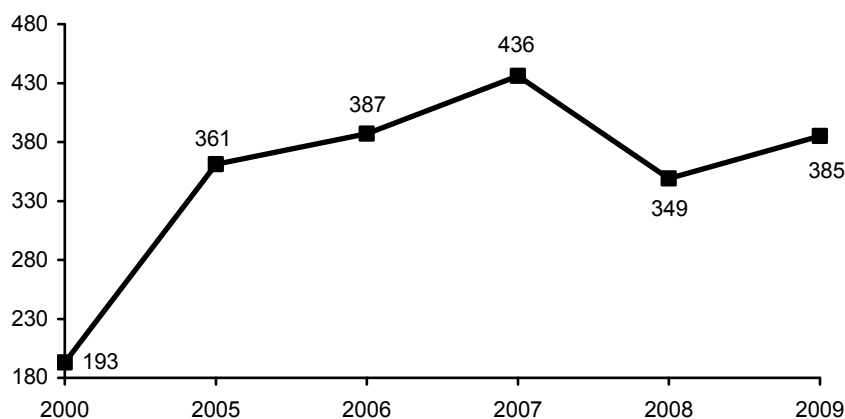


Рис. 1. Распределение числа случаев опасных явлений (ОЯ) и комплексов неблагоприятных явлений (КНЯ), нанесших социальный и экономический ущерб в России

На рис. 1 представлен график числа случаев опасных явлений и комплексов неблагоприятных явлений в России, нанесших социальный и экономический ущерб. К опасным метеорологическим явлениям (ОЯ) относятся явления погоды, которые интенсивностью, продолжительностью и временем возникновения представляют угрозу безопасности людей, а также могут нанести значительный ущерб отраслям экономики; к неблагоприятным метеорологическим явлениям относятся метеорологические явления, которые по своим характеристикам (интенсивности, продолжительности) не достигают критериев ОЯ, но значительно затрудняют деятельность отдельных отраслей экономики; КНЯ – комплекс неблагоприятных явлений (сочетание 2-х и более неблагоприятных явлений, нанесших ущерб).

С 2000 г. происходит поступательный рост природных катаклизмов (за исключением 2008 г.), что влечет за собой значительные затраты человеческих и материальных ресурсов на ликвидацию последствий неблагоприятных явлений и восстановление инфраструктуры.

Понимая все это, увеличиваются затраты на охрану окружающей среды (табл. 2), совершенствуется законодательство.

Однако с каждым годом увеличивается количество зарегистрированных экологических преступлений (здесь приведены официальные данные и не учитываются многочисленные неофициальные), о чем наглядно свидетельствуют данные табл. 3.

Рост числа экологических преступлений связан, в первую очередь, с совершенствованием законодательства в области окружающей среды и сохранившейся практикой ведения хозяйственной деятельности 1990-х гг., а также воспитанием и нравственными началами населения.

Таблица 2 – Затраты на охрану окружающей среды
(в фактически действовавших ценах; миллионов рублей) [4]

	2005	2006	2007	2008	2009
Всего	233930	259228	295200	368627	343368
в том числе по направлениям природоохранной деятельности:					
охрана атмосферного воздуха	53765	60722	64065	76773	60101
очистка сточных вод	105369	111705	126816	159299	162175
обращение с отходами	22739	26076	28247	40326	38806
защита и реабилитация почвы, подземных и поверхностных вод	13444	16770	21607	27321	18696
сохранение биоразнообразия и среды обитания	12542	16052	21681	26597	21463
прочие	26071	27903	32784	38311	42127

Таблица 3 – Число зарегистрированных экологических преступлений

	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Экологические преступления – всего	14818	33491	41881	41242	44883	46607
из них по отдельным видам:						
нарушение правил охраны окружающей среды при производстве работ	5	21	127	29	11	6
нарушение правил обращения экологически опасных веществ и отходов	26	78	113	84	42	40
загрязнение вод	18	26	38	32	28	19
загрязнение атмосферы	7	13	37	20	7	9
загрязнение морской среды	3	9	26	13	11	10
нарушение законодательства Российской Федерации о континентальном шельфе и об исключительной экономической зоне Российской Федерации	11	53	70	26	17	24
порча земли	10	13	83	27	27	24
незаконная добыча (вылов) водных биологических ресурсов	6333	15146	19259	18025	15841	17407
незаконная охота	728	1083	1397	1292	1186	1560
незаконная рубка лесных насаждений	7514	14641	16281	19128	23802	24932
уничтожение или повреждение лесных насаждений	142	2320	4386	2487	3824	2461
нарушение режима особо охраняемых природных территорий и природных объектов	18	70	44	62	70	96

Как следствие ухудшения экологической обстановки и больших психо-эмоциональных нагрузок с каждым годом увеличивается количество заболевших (табл. 4). Так, в 2000 г. численность зарегистрированных больных насчитывала 106327,8 тыс. чел. (73054,6 на 100000 населения), а в 2009 г. – 113877,0 тыс. чел. (80246,3 на 100000 населения).

Таблиця 4 – Заболеваемость населения по основным классам, группам и отдельным болезням (зарегистрировано больных с диагнозом, установленным впервые в жизни)

	2000	2005	2006	2007	2008	2009
	Всего, тыс. человек					
Все болезни	106327,8	105886,2	108841,9	109571,1	109590,0	113877,0
в том числе:						
некоторые инфекционные и паразитарные болезни	6448,0	5312,2	5327,3	5332,1	5186,9	4916,3
новообразования	1226,5	1356,9	1417,7	1436,8	1436,9	1524,8
болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	550,8	647,2	764,7	775,7	758,4	724,1
болезни эндокринной системы, расстройства питания, нарушения обмена веществ	1234,5	1360,6	1672,5	1638,4	1628,6	1480,5
болезни системы кровообращения	2482,8	3277,8	3786,7	3719,4	3780,8	3761,4
болезни органов дыхания	46169,9	41914,7	42338,3	42957,9	43220,8	48148,0
болезни органов пищеварения	4698,2	5034,1	5024,0	4904,1	4910,2	4901,5
болезни кожи и подкожной клетчатки	6407,3	7072,9	7238,7	7160,9	7056,3	6990,8
болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	4452,5	4745,7	5039,5	5022,3	5013,3	4952,0
болезни мочеполовой системы	5469,5	6560,2	6966,5	6939,6	6915,8	6835,4
врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения	213,7	242,8	257,1	273,3	294,9	296,0
травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин	12543,6	12807,7	12759,1	13072,1	13021,0	12854,5
	На 100000 человек населения					
Все болезни	73054,6	74587,8	76387,1	77100,3	77199,7	80246,3

Качество продуктов питания и стрессовые ситуации, очевидно, провоцируют рост болезней эндокринной системы, расстройства питания, нарушения обмена веществ. Наблюдается значительное увеличение людей, страдающих от болезней, характеризующихся повышенным кровяным давлением (с 434,8 тыс. чел. в 2000 г. до 920,3 тыс. чел. в 2009 г., т.е. на 111,7%).

Ухудшение качества жизни приводит к снижению трудоспособности, к ослаблению побудительных мотивов к труду. В результате сокращается производительность труда и ухудшается его качество, замедляя темпы экономического роста и приводя к стагнации.

Таким образом, окружающая среда оказывает прямое и косвенное влияние на социально-экономические процессы. Тезис «нельзя быть здоровым в больной среде» можно экономически интерпретировать как «быть здоровым в больной среде очень дорого», так как издержки на предотвращение или лечение заболеваний, вызванных экологической деградацией, велики. Для многих индустриальных регионов страны ущерб для здоровья от загрязнений сопоставимы с ростом ВРП. Полученные для России оценки ущерба для здоровья достаточно впечатляющи и являются весомым аргументом в пользу перехода к экологически устойчивому развитию, значительного увеличения затрат на охрану окружающей среды. Можно выделить по крайней мере четыре группы индикаторов, связывающих здоровье населения с загрязнением окружающей среды:

- уровни заболеваемости и смертности по причине загрязнения окружающей среды;
- косвенные индикаторы, связанные с воздействием на здоровье;
- прямой экономический ущерб здоровью населения от загрязнения окружающей среды;
- экономическая оценка готовности населения платить за качество окружающей среды и предотвращение заболеваемости.

Однако, несмотря на очевидность последствий природных явлений, в экономической среде нет единодушия в вопросе о влиянии природных рисков на экономический рост. Согласно одной из точек зрения, природные риски в отличие от крупных социально-политических конфликтов (прежде всего войн): 1) не являются существенным негативным фактором мировой и национальной экономической динамики; 2) в ряде случаев способны оказывать на динамику положительное влияние, т.к. последствия природных бедствий носят локализованный (по времени, территории и объектам) характер, а программы развития пострадавших регионов могут содействовать инвестированию в строительство и позитивно, причем мультипликативно, влиять на экономический рост в целом. В качестве обоснования данной позиции используют результаты исследования профессора Оксфордского университета Дж. Албала-Бертрана, проанализировавшего воздействие 28 (единичных) крупномасштабных природных бедствий на ВВП и на другие макроэкономические индикаторы 26 стран в период 1960-1979 гг.; по его мнению, «экономическое развитие является источником проблемы природных бедствий, а не наоборот» [5].

В соответствии с альтернативной точкой зрения, природные риски (экологическая обстановка в целом) оказывают на экономический рост противоречивое воздействие, в котором существенно преобладает негативная сторона.

Вне зависимости от принадлежности к какой-либо точке зрения, необходимо определить, что в результате изменений в окружающей среде (вызванными, преимущественно, человеческой деятельностью) и ответной реакции природы происходит существенное снижение валового продукта и других экономических показателей. В связи с этим, при построении экономико-математических моделей, необходимо учитывать фактор экологической обстановки.

В данном случае возникает ряд сложностей:

- необходимо характеризовать состояние окружающей среды одним интегральным показателем;
- определить, является ли состояние экологии взаимозаменяемым или взаимодополняемым ресурсом (например, в моделях производственных функций) [6];
- выяснить, оказывают ли природные изменения влияние на экономику только как

понижающий показатель или нет.

Выводы. Развитие человечества, рост благосостояния населения, ускорение НТП привели к значительному увеличению антропогенного воздействия на окружающую среду. Стремление подчинить природу своим интересам привело человека к ситуации, когда ухудшение состояния среды обитания и ответная реакция стали основным ограничителем не только экономического развития, но и поставило под угрозу выживание человеческой цивилизации. Однако, и перманентное желание человека развиваться, в том числе экономическими, невозможно ограничить. В данной ситуации выход только один – развиваться в гармонии с природой, т.е. перейти к реализации стратегии устойчивого развития. При этом необходимо осознание, что в долгосрочной перспективе сохранение окружающей среды является важным фактором экономического роста, который должен учитываться при построении экономико-математических моделей, т.к. в противном случае теряется объективность последних.

1. *Красс, М. С.* Математические методы и модели для магистрантов экономики : учебное пособие [Текст] / М. С. Красс, Б. П. Чупрынов. – СПб. : Питер. – 2006. – 496 с.
2. *Замков, О. О.* Математические методы в экономике : учебник [Текст] ; под общ. ред. А. Сидоровича. – М. : МГУ им. М. В. Ломоносова, 2004. – 368 с.
3. *Экология* : учебное пособие [Текст] ; под ред. В. В. Денисова. – М. : МарТ, Ростов-на-Дону. – 2004. – 672 с.
4. *Данные* Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс] : <http://www.gks.ru>.
5. *Порфирьев, Б.* Природные риски в условиях современного экономического роста: теория и практика государственного и негосударственного управления [Текст] / Российский экономический журнал. – 2006. – № 1. – С. 37–48.
6. *Минакова, И. В.* Взаимозаменяемость и взаимодополняемость ресурсов в региональной экономике [Текст] / И. В. Минакова, В. В. Коварда // Региональная экономика: теория и практика. – 2011. – С. 2–9.

Получено 30.01.2012 г.

В. В. Коварда

Про необхідність урахування екологічного фактору при побудові макроекономічних моделей

У статті наведені дані щодо економічного збитку від росту захворюваності населення внаслідок погіршення стану навколишнього середовища. Проаналізовано статистичні дані збільшення кількості стихійних лих і збитків від них, зростання витрат на охорону навколишнього середовища та кількості екологічних злочинів. Наведено основні тенденції у динаміці природних ризиків на глобальному рівні економічного розвитку. У висновку статті обґрунтовано необхідність врахування фактору екологічної ситуації при побудові макроекономічних моделей.

Ключові слова: економіко-математична модель, антропогенний вплив, економічний збиток, екологічний фактор, якість життя населення.

V. V. Kovarda

Necessity of taking into account environmental factor for macroeconomic model formulation

This article lists the data on economic loss due to excess disease incidence caused by environmental degradation, analyzes statistics of increasing disaster rate and resulted damage, environmental protection cost escalation and number of environmental crimes, lists main trends of natural hazard dynamics at the global level of economic growth. The article concludes the necessity of taking into account environmental factor for macroeconomic model formulation.

Keywords: economic and mathematical model, human impact, economic loss, environmental factor, population life quality.