

УДК 330.1

**И.А. КИРШИН,***доктор экономических наук, доцент**Казанский (Приволжский) федеральный университет*

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КАК ОГРАНИЧЕНИЕ РОСТА ЭКОНОМИКИ

*В статье на основе разработки и анализа экономико-математической модели обосновываются ограничения экономического роста в контексте обеспечения экономической безопасности. Выдвигается гипотеза, согласно которой абсолютизация техногенного аспекта современного экономического роста может привести к качественному переходу к «неэкономическому росту». В качестве критерия обеспечения экономической безопасности определяется равенство предельной полезности роста экономики предельным затратам, отражающим величину наносимого им экономического ущерба.*

Современный экономический рост неизбежно сопровождается неоднозначным воздействием цивилизации на окружающую среду. Изначально он характеризуется как техногенный, обостряющий проблему экономической безопасности. В то же время по мере экономического роста и повышения доходов населения разворачиваются позитивные экологический и ресурсный тренды: возрастают масштабы мероприятий по снижению наносимого природе ущерба и восстановлению природных ресурсов.

В процессе роста экономики рынок частично регулирует размеры экспансии человека на окружающую среду. Расширение масштабов экономики приводит к увеличению цен природных ресурсов, происходят снижение нормы прибыли на капитал и стимулирование ресурсосберегающих технологий. В то же время рецессия не гарантирует обеспечения сохранности природных ресурсов, ее последствия могут оказаться не менее губительными для окружающей среды. Во время рецессии стоимость ресурсов снижается, что способствует их более интенсивной эксплуатации.

Единого подхода к измерению динамики воздействия человека на окружающую среду по мере экономического роста не существует. Очевидно, что такое воздействие будет нарастать. Дискуссионным остается вопрос о темпах этого наращивания. Теоретически возможны три варианта: возрастающих, постоянных и уменьшающихся темпов воздействия.

Факторная схожесть функций экономического роста и воздействия человека на окружающую среду нашла выражение в аналогичном операциональном инструментарии моделирования этих феноменов. В табл. 1 представлены лишь некоторые из таких подходов-аналогов.

В целом формула *IPAT* моделирует возрастающий темп роста воздействия человека по сравнению с ростом *GWP* (*Gross World Product, мировой валовой продукт*) за анализируемый период. Этот вывод следует из самого качества техногенного роста, в ходе которого происходит, во-первых, истощение невозобновляемых видов природных ресурсов, во-вторых, чрезмерная эксплуатация возобновляемых ресурсов, темпы которой превышает возможности их восстановления, и, в-третьих, выброс объемов загрязняющих веществ, превышающих ассимиляционные возможности окружающей среды.

Применительно к модели *IPAT* темп роста физического воздействия определяется в соответствии с формулой дифференциала функции нескольких переменных:

$$\frac{dI}{I} = \frac{\partial I}{\partial P} \frac{dP}{I} + \frac{\partial I}{\partial A} \frac{dA}{I} + \frac{\partial I}{\partial T} \frac{dT}{I}. \quad (1)$$

Рассмотрим пример влияния выбросов свинца в выхлопах автомобилей с 1946 по 1967 гг., учитывая, что население за этот период выросло на 41%; потребление, измеренное как автомобильный трафик в милях на одного человека, выросло вдвое, и выбросы свинца на одну милю трафика

Таблица 1

## Моделирование экономического роста и воздействия человека на окружающую среду

| № | Модели экономического роста                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | № | Модели воздействия человека на окружающую среду                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | <p>Производственная функция Кобба-Дугласа [1]:</p> $Y = A K^{\alpha} L^{1-\alpha},$ <p>где <math>Y</math> – расчетный индекс роста производства; <math>\alpha</math> – параметр, определяемый на основе статистических данных. Параметр <math>A</math> (<math>TFP</math>) – коэффициент, отражающий уровень общей технологической производительности</p> | 1 | <p>Формула физического воздействия человека на окружающую среду «IPAT» [2, p. 367]:</p> $I = P \cdot A \cdot T,$ <p>где <math>I</math> (<b>Impact</b>) – воздействие; <math>P</math> (<b>Population</b>) – население; <math>A</math> (<b>Affluence</b>) – благополучие; <math>T</math> (<b>Technology</b>) – технология.</p> <p>В модели распределяется степень экологической ответственности стран, различающихся по уровню развития. Развивающиеся страны с высокими темпами роста населения ответственны за меры по его ограничению. Общества потребления должны контролировать параметр <math>A</math>. Индустриальные страны с трансформирующейся экономикой несут ответственность за высокую концентрацию загрязняющих природу выбросов, порождаемых ресурсоемкими индустриальными технологиями <math>T</math></p> |
| 2 | <p>Модель Р. Солоу [3]:</p> $Y = F(K, L) = K^{\alpha} \cdot L^{1-\alpha},$ <p>где <math>Y</math> – совокупный выпуск, зависящий от 2-х факторов: <math>K</math> – капитала и <math>L</math> – труда</p>                                                                                                                                                  | 2 | <p>Воздействие на окружающую среду (<math>I</math>) посредством использования ресурсов является результатом отношений между: уровнем душевого потребления (<math>C</math>); технологиями, используемыми для производства товаров и услуг (<math>T</math>) и численностью населения (<math>P</math>). Эта зависимость описывается формулой [4]:</p> $I = C \cdot T \cdot P$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 3 | <p>Модель М. Кремера [5], продолжившего неоклассическую традицию использования производственной функции:</p> $GWP = A \cdot P^{\alpha} \cdot N^{1-\alpha},$ <p>где <math>A</math> – уровень технологии, <math>P</math> – численность занятых, <math>N</math> – используемые земельные ресурсы, <math>0 &lt; \alpha &lt; 1</math> – параметр</p>          | 3 | <p>Уровень воздействия человека на окружающую среду определяется площадью биологически продуктивной земли, используемой отдельным человеком. Эта зависимость была закреплена в термине «<i>environmental footprint</i>» (экологический отпечаток) [6]</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

увеличились на 83%. Совокупный рост влияния выбросов свинца от автомобилей составил 416% [2, p. 369]. В результате воздействие на окружающую среду оказалось многократным по сравнению с увеличением каждого из факторов. Таким образом, наблюдается эффект возрастающего влияния на окружающую среду при увеличении масштаба экономической деятельности.

Модель *IPAT* можно записать в следующем виде:

$$I = P \cdot \frac{GWP}{Capita} \cdot \frac{Environmental\ Impact}{GWP} \quad (2)$$

или

$$I = GWP \cdot \frac{Environmental\ Impact}{GWP} \quad (3)$$

В соответствии с логикой измерения влияния выбросов свинца от автомобильного трафика проведем оценку размера совокупного воздействия в результате роста значений величин  $P$ ,  $A$ ,  $T$ . С 1950 по 2008 гг.  $GWP$  вырос, по разным оценкам, от 3,55 до 4,1 раз [7; 8; 9]. Следовательно,

даже при допущении неизменности величины экономического ущерба от техногенных катастроф на единицу  $GWP$  в результате развития технологий воздействие на окружающую среду увеличилось в том же интервале значений – от 3,55 до 4,1 раза.

Мультипликативное воздействие роста населения на окружающую среду можно обосновать следующим способом. Ключевым параметром, определяющим уровень воздействия человека на окружающую среду в модели *IPAT*, выступает численность населения. Объемы производства благ и разрабатываемые для воспроизводственного цикла технологии являются производными от потребностей населения. Если под параметром «воздействие» понимать отрицательные последствия от техногенных катастроф, то можно записать:

$$\begin{aligned} PollutionLevel &= P \cdot \frac{GWP}{Capita} \cdot \frac{PollutionEmission}{GWP} = \\ &= P \cdot \frac{PollutionEmission}{Capita} \end{aligned} \quad (4)$$

*Pollution Level* – уровень техногенных катастроф, порождаемых человеческой жизнедеятельностью, находящийся в прямой зависимости от численности населения. Причем, эта зависимость является нелинейной. Воздействие на экосистему возрастает и при увеличении численности населения, и при росте выбросов загрязняющих веществ на душу населения или при превышении темпа роста одной из переменных темпа снижения другой. Перепишем уравнение в следующем виде:

$$PollutionLevel = P(t) \cdot PollutionEmissionPerCapita(P(t)), \quad (5)$$

где  $t$  – фактор времени. Для оценки темпа роста населения воспользуемся логистическим уравнением Ферхюльста [10]:

$$\frac{dP}{dt} = r \cdot P \cdot \left(1 - \frac{P}{K}\right), \quad (6)$$

где  $P$  – численность населения,  $t$  – фактор времени,  $r$  – скорость роста населения,  $K$  – максимально возможная численность населения. Решением уравнения является логистическая S-образная функция:

$$P(t) = \frac{KP_0 e^{rt}}{K + P_0(e^{rt} - 1)}, \quad (7)$$

где  $P_0$  – начальная численность населения и  $\lim_{t \rightarrow \infty} P(t) = K$ .

Использование этой функции для оценки динамики населения дает хорошие результаты, о чем свидетельствуют графики, представленные

на рис. 1, при  $K = 10$  млрд чел. по окончании 2200 г. [11] и рассчитанных нами параметрах  $P_0 = 222,86$  млн чел. и  $r = 0,032$ .

Для перевода уровня техногенных катастроф в экономический ущерб от загрязнения окружающей среды (*Economic damage from environmental pollution, ED*) введем постоянный переводной коэффициент  $\mu$ , показывающий ежегодный экономический ущерб от техногенных катастроф, порождаемый жизнедеятельностью одного человека, в долл. США.

$$ED(t) = \mu \cdot \left( \frac{K \cdot P_0 e^{rt}}{K + P_0(e^{rt} - 1)} \right)^2. \quad (8)$$

Неоклассическая экономическая теория снабжает исследователя аналитическим инструментарием, применение которого объясняет, почему предельные затраты роста *GWP* могут превысить его предельные выгоды. Закон уменьшающейся предельной полезности дохода обосновывает, что мы удовлетворяем наши самые неотложные потребности первыми и что каждая последующая единица дохода направляется на удовлетворение менее насущных потребностей. Поэтому предельная полезность роста снижается. Аналогично в соответствии с законом увеличивающихся предельных затрат сначала используются наиболее производительные факторы производства – наиболее плодородные земли, доступные природные ресурсы, квалифицированные рабочие, и только затем, по мере необходимости, в производство

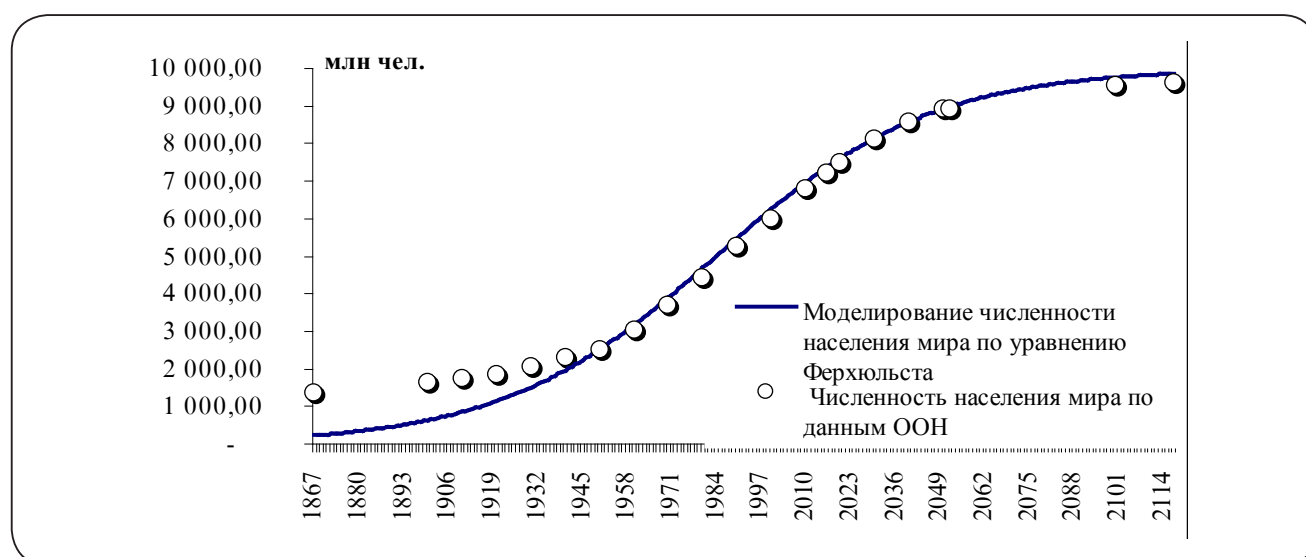


Рис. 1. Моделирование численности населения мира по уравнению Ферхюльста [12]

вовлекаются менее производительные факторы. Следовательно, предельные затраты увеличиваются с экономическим ростом. Здесь уместно вспомнить шумпетерианскую идею «конструктивного разрушения». Й. Шумпетер отмечал, что дуализм нововведений заключается в одновременном разрушении и создании определенных видов деятельности.

По количеству техногенные катастрофы уже превышают природные. «Расчеты специалистов показывают, что уже в ближайшем десятилетии экономические потери от стихийных бедствий и техногенных катастроф могут сравняться с приростом ВВП» [13; 14]. Прогноз среднегодовых темпов *GWP* составляет 3,2% в период 2006–2015 гг. [15]. Таким образом, если предположить, что удельный вес экономического ущерба только от техногенных катастроф будет равен 50% всего экономического ущерба от стихийных бедствий и техногенных катастроф, то в последний год прогнозного периода, то есть в 2015 г., в стоимостном выражении он составит около 1 трлн долл. США. К такому же результату приходят аналитики швейцарской страховой компании «Swiss Re» [16]. Такая темповая динамика может быть определена как экспоненциальная. Расчеты показывают, что при сохранении возрастающей темповой динамики *ED* и убывающих темпов роста *GWP* в перспективе абсолютные значения мирового валового продукта и экономического ущерба могут сравняться.

Таким образом, рост экономики, обостряющий проблему экономической безопасности, внутренне неустойчив и при отсутствии технологических улучшений неизбежно переходит в неэкономический рост, как только предельные общественные затраты роста начинают превышать предельную общественную полезность.

В соответствии с антропоцентрическим подходом, можно констатировать, что рост экономики допустим до уровня, пока его предельная полезность (*MU*) не сравняется с предельными затратами от экономического ущерба (*MC*) вследствие разрушения природного (или совокупного) капитала:

$$MU = MC. \quad (9)$$

Рассмотрим, например, вариант десятипроцентного ежегодного темпа роста *ED* (рис. 2). Графики демонстрируют, что максимум эффекта экономического роста приходится на конец 2040-х гг. В дальнейшем его альтернативные издержки начинают быстро нарастать, и к концу 2060-х гг. наступает паритет объемов *GWP* и экономического ущерба. Естественно, это всего лишь один из прогнозных сценариев результатов экономического анализа гипотезы неэкономического роста. В частности, при наращивании общей производительности факторов производства прогноз будет более оптимистичным.

С позиции количественной оценки темпов экономического роста, ущерб от снижения уровня экономической безопасности не заключается

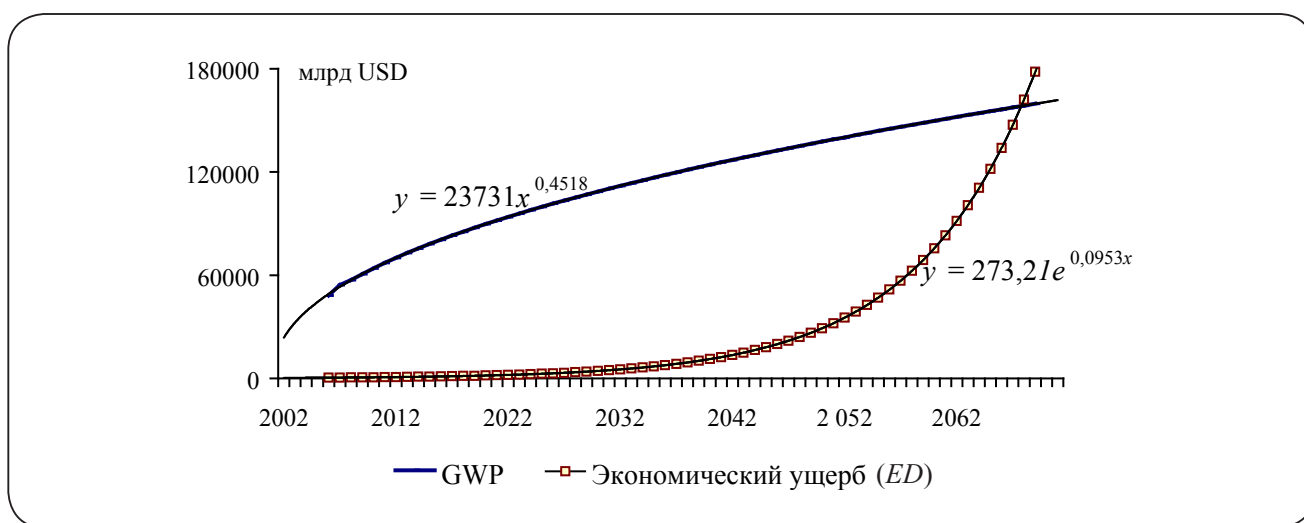


Рис. 2. Моделирование гипотезы неэкономического роста\*

\*Построено по [17; 18].

лишь в стоимостной оценке отрицательных последствий загрязнения, расчет которой на современном этапе развития экономической науки сложен. Стоимость затрат по ликвидации и предотвращению техногенного ущерба, осуществление платежей за загрязнение, формирование системы стимулирования природоохранной деятельности, расходы людей на восстановление здоровья в экологически чистых рекреационных зонах непосредственно вносят вклад в прирост ВВП. Например, устранение экономического ущерба от загрязнения земель химическими веществами предполагает затраты на проведение работ по восстановлению загрязненных земель. И чем выше будет степень и глубина загрязнения с учетом природно-климатической и экономической значимости территорий, тем больший объем расходов пополнит ВВП. Однако необходимо учитывать, что в ходе реализации мероприятий по устранению или предотвращению ущерба непродуцированно расходуются невозпроизводимые природные ресурсы. Тем самым их запасы, в том числе предназначенные и для использования будущими поколениями, сокращаются. Поэтому стоимость ВВП следует корректировать на величины объемов производства таких благ или услуг.

В экономике дефицита было настолько важно произвести больше продукции, что ВВП действительно выступал как определяющая мера экономического благосостояния общества (*economic wellbeing*). Но сегодня в странах относительного изобилия теряется смысл использования ВВП в качестве основного критерия уровня национального благосостояния. Экономический рост постепенно утратил функцию меры благосостояния членов общества. Собственно экономика продолжает выступать материальной платформой жизнеобеспечения и общественного прогресса, но уже наряду с другими сферами деятельности человека. Сегодня нужен синтез экономического роста и развития. В этой связи меняется и теоретическая парадигма роста, требуя расширения предмета и метода исследования.

ВВП непосредственно измеряет результат экономической деятельности, а необходимо измерить экономическое благосостояние, используя показатели продолжительности жизни, младенческой смертности, образовательных достижений и т.п.

Тем самым ставится задача оценки коэффициента полезного действия экономического роста.

Частично эта задача решается использованием ряда индикаторов, например: *Human Development Index (HDI)*, *Genuine Progress Indicator (GPI)* или *Index of Sustainable Economic Welfare (ISEW)*, *Happy Planet Index (HPI)*. Так, американская исследовательская организация «*Redefining Progress*» рассчитывает *GPI*, моделирующий оценку роста национального благосостояния с учетом изменений неэкономического характера. Расчет *GPI* происходит посредством уменьшения ВВП на величину социальных и экологических затрат.

Схожим с *GPI* является индекс устойчивого экономического благосостояния *ISEW* [19], балансирующий потребление факторами распределения дохода и издержками, обусловленными загрязнением окружающей среды и прочими процессами, обостряющими экономическую неустойчивость. К потерям от загрязняющих выбросов относятся:

- отрицательная разница между затратами на восстановление и добавляемой в процессе этого стоимости восстановления объекта. Можно утверждать, что устранимые последствия загрязнения, когда добавляемая стоимость оказывается больше затрат на восстановление объекта, экономически оправданы с точки зрения количественного роста ВВП;

- ущерб биологическому разнообразию, нарушающий сложившийся баланс экосистемы;
- смерть или непоправимый ущерб здоровью человека.

Однако в силу иной природы увеличивающих совокупный спрос мероприятий по предотвращению и устранению последствий вредных выбросов создаваемые ими блага не сопоставимы с обычным наполнением ВВП. Особую группу реальных потерь в результате загрязняющих среду техногенных выбросов и катастроф составляют потери, обусловленные нанесением ущерба здоровью и самой жизни человека. При этом выделяют два вида затрат и потерь:

- затраты и потери самого заболевшего (умершего) человека и его семьи в связи с утратой здоровья (смертью);
- затраты и потери, которые несет общество в связи с нарушениями здоровья.

При оценке стоимости жизни применяется подход, о пагубности которого предупреждал еще К. Маркс: «Все наши открытия и весь наш прогресс как бы приводят к тому, что материальные силы наделяются интеллектуальной жизнью, а человеческая жизнь, лишенная своей интеллектуальной стороны, низводится до степени простой материальной силы» [20]. Оба вида включают в себя дисконтированную оценку упущенной выгоды в виде недопроизводства ВВП по причине преждевременной смерти или невосполнимой утраты трудоспособности. «Стоимость одной статистической жизни в России составляет от 303 тыс. долл. до 1 млн долл. США с учетом ППС при ожидаемой продолжительности жизни ... для обоих полов 65 лет» [21].

Особое значение имеет оценка потерь, связанная с разрушением социального и человеческого капитала. Экономический рост может приводить к обратным результатам: сопровождаться возрастающими социально-психологическими издержками при уменьшении выгод. Враждебная социальная действительность создает условия зарождения кризиса отчужденной, потерявшей ценностные установки личности, роста моральной опустошенности и проявлений социально иррационального поведения.

#### Список литературы

1. Cobb G.W., Douglas P.H. A Theory of Production // American Economic Review. – 1928. – March, Suppl. – P. 139–165.
2. Ehrlich P., Holdren J. Impact of population growth // Population, Resources, and the Environment. – Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 1971.
3. Solow R.M. A Contribution in theory of Economic Growth // Quarterly Journal of Economics. – 1956. – № 2. – P. 65–94.
4. Adapted from United Nations Development Program. Press Release. – New York, 1999. – P. 76.
5. Kremer M. Population Growth and Technological Change: One Million B.C. to 1990 // The Quarterly Journal of Economics. – 1993. – № 108. – P. 681–716.
6. Global Footprint Network. – URL: <http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/>
7. Maddison A. The World Economy: A Millennial Perspective. – Paris: OECD Development Centre, 2001. – P. 330.
8. World Resources Institute. – URL: <http://earthtrends.wri.org>
9. CIA World FactBook. – URL: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/xx.html>
10. URL: [http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5\\_%D1%83%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D1%83%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5)
11. The World at Six Billion. – URL: <http://www.un.org/esa/population/publications/sixbillion/sixbilpart1.pdf>
12. World historical and predicted populations. – URL: [http://en.wikipedia.org/wiki/World\\_population#cite\\_note-9#cite\\_note-9](http://en.wikipedia.org/wiki/World_population#cite_note-9#cite_note-9)
13. Ущерб от техногенных катастроф в мире может сравняться с приростом ВВП. – URL: <http://www.finiz.ru/ournews/article919001>
14. Техногенные катастрофы // Социум. – 2007. – 15 ноября. – URL: <http://vybory.org/articles/1196.html>
15. USDA Agricultural Baseline Projections to 2015. Interagency Agricultural Projections Committee. – URL: [http://www.usda.gov/oce/commodity/archive\\_projections/USDA%20Agricultural%20Baseline%20Projections%20to%202015.pdf](http://www.usda.gov/oce/commodity/archive_projections/USDA%20Agricultural%20Baseline%20Projections%20to%202015.pdf)
16. Swiss Re Estimates That Over 238,000 People Were Killed by Catastrophes in 2008, Insured Losses Soar to USD 50 billion. – URL: <http://en.news2u.net/release.php?id=00008009>
17. Total GDP. – URL: <http://www.labor.ca.gov/panel/pdf/GDP.pdf>
18. Gross domestic product. – URL: <http://siteresources.worldbank.org/DATASTATISTICS/Resources/GDP.pdf>
19. Dietz S., Neumayer E. Weak and strong sustainability in the SEEA: Concepts and measurement // Ecological Economics. – 2007. – № 61. – P. 617–626.
20. Маркс К. Введение (из экономических рукописей 1857–1858 гг.) // Сочинения. В 50 т. / К. Маркс и Ф. Энгельс. – М.: Госполитиздат, 1958. – Т. 12. – С. 712.
21. Ревич Б.А., Сидоренко В.Н. Методика оценки экономического ущерба здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха. – URL: <http://www.ecopolicy.ru/upload/File/PosobieRevSidor.doc>

В редакцию материал поступил 18.03.11

*Ключевые слова:* экономическая безопасность, экономический рост, производственная функция.