

Студент 5 курсу  
факультету економічної інформатики ХНЕУ

## **АНАЛИЗ МИРОВОЙ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ И ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

*Аннотация. Рассмотрена эколого-экономическая составляющая мирового экономического роста как целостная система. Проанализированы подходы к ее анализу. Построена имитационная модель, позволяющая проанализировать, спрогнозировать поведение данной системы и в результате выявить шаги, которые следует предпринять для оптимизации ее поведения.*

*Анотація. Розглянуто еколого-економічну складову світового економічного зростання як цілісної системи. Проаналізовано підходи до її аналізу. Побудовано імітаційну модель, що дозволяє проаналізувати, спрогнозувати поведінку даної системи і в результаті виявити дії, які слід вжити для оптимізації її поведінки.*

*Annotation. Environmental-economic component of the global economic growth as an integrated system is considered. Approaches to its analysis are analysed. A simulation model which allows us to analyze and predict the behavior of the system and, as a result identify steps to be taken to optimize its behavior has been built.*

*Ключевые слова: эколого-экономическая система, имитационное моделирование, инвестиции, технологическое развитие, загрязнение.*

В основе данной модели лежит модель, разработанная в 1995 г. в рамках программы "Устойчивое развитие" в Институте Тысячелетия (США).

Модель отражает следующие эколого-экономические процессы:

- 1) загрязнение окружающей среды ( $CO_2$ ,  $SO_x$ ,  $NO_x$ ) в результате сельскохозяйственного и промышленного производства, а также при сжигании топлива (нефти, газа и угля);
- 2) уменьшение и устранение загрязнения естественным (природным) и искусственным (при помощи имеющихся технологий) путями;
- 3) улучшение природоохранных технологий путем инвестиций в охрану окружающей среды.

Данная модель (система) содержит 49 элементов [1]. В ней можно выделить четыре связанные между собой подсистемы:

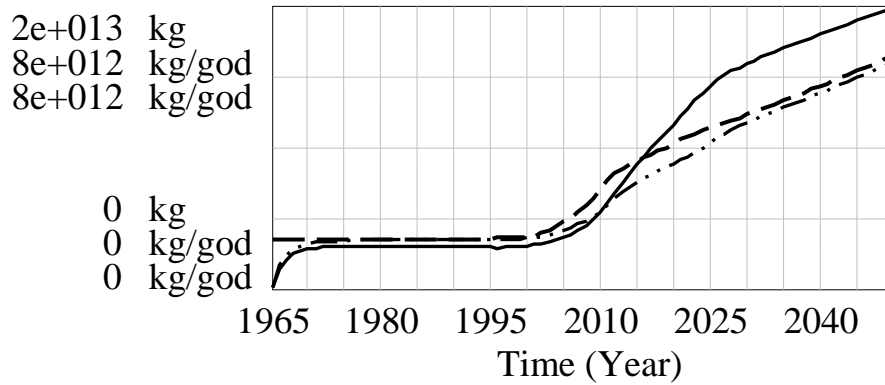
- 1) подсистема загрязнения, описывающая процессы образования и рассеивания загрязнения;
- 2) подсистема природоохранных капиталовложений;
- 3) технологическая подсистема;
- 4) подсистема управления.

Последние десятилетия показали увеличивающуюся значимость экологической составляющей как неотъемлемого фактора стабильного мирового развития и роста. Другими словами, недостаточное внимание к экологическим проблемам, которые в большинстве своем вызваны хозяйственной деятельностью человека, может поставить под вопрос не только перспективы дальнейшего экономического роста, но и существование человечества в целом, чем и продиктована актуальность данной работы.

Взаимосвязь параметров описанных выше трех подсистем можно выразить на языке дифференциальных уравнений. Все нижеуказанные уравнения получаются либо из анализа размерностей и закона сохранения материальных ресурсов (уравнения уровней и темпов), либо из экспертных оценок и анализа статистической информации [2].

Данная модель позволяет проанализировать механизм образования выбросов экологически опасных веществ в результате функционирования мировой промышленности [3]. Одним из таких опасных выбросов являются выбросы  $CO_2$ , динамика которых представлена на рис. 1.

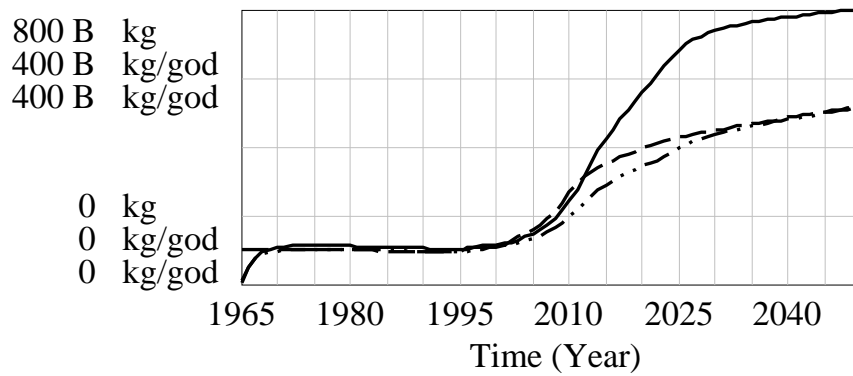
## CO2 zagr`aznenie



"CO2 zagr`aznenie" : Current — kg  
 "nakoplenie CO2 zagr`aznenia" : Current - - - kg/god  
 "rasseyanie CO2 zagr`aznenia" : Current - · - · kg/god

Рис. 1. Динамика выбросов CO<sub>2</sub>

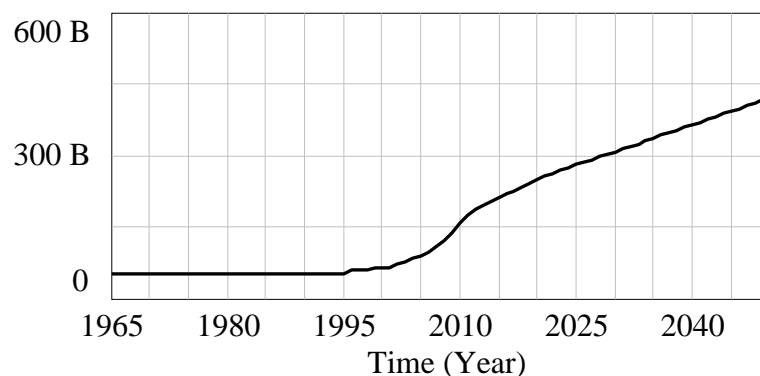
Экологический ущерб также включает в себя выбросы веществ SO<sub>2</sub> и NO<sub>2</sub>, которые в модели объединены как не CO<sub>2</sub> выбросы. Их динамика представлена на рис. 2.



"ne CO2 zagr`aznenie" : Current — kg  
 "nakoplenie ne CO2 zagr`aznenia" : Current - - - kg/god  
 "rasseyanie ne CO2 zagr`aznenia" : Current - · - · kg/god

Рис. 2. Динамика выбросов не CO<sub>2</sub>

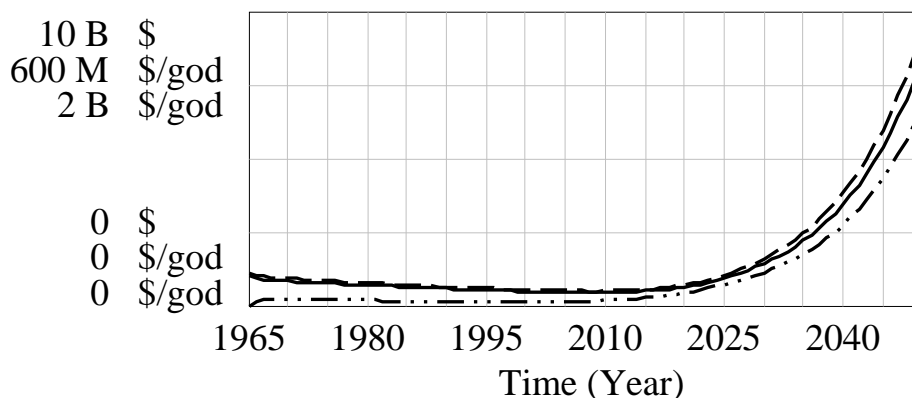
Говоря только об энергетике, то она является основным источником выбросов CO<sub>2</sub>, то есть динамика выбросов CO<sub>2</sub> подразумевает динамику выбросов CO<sub>2</sub> энергетикой. Рассматривая не CO<sub>2</sub> выбросы, то следует заметить, что особую роль здесь также играет энергетика [4]. Данная модель также позволяет проанализировать этот фактор отдельно, что показано на рис. 3.



"не CO<sub>2</sub> загрязнение от сжигания топлива" : Current kg/god

Рис. 3. Динамика выбросов не CO<sub>2</sub> отходов как результат функционирования мировой энергетики

Исходя из проанализированного влияния экономики на экологическое состояние, следует обратить особое внимание на деятельность, направленную на минимизацию наносимого ущерба. Данная минимизация требует серьезных капиталовложений. Их динамика представлена на рис. 4.



prirodooxrannyi kapital : Current ————— \$  
 vybytie kapitala : Current - - - - - \$/god  
 prirodoohrannue investicii : Current - · - - - - \$/god

Рис. 4. Динамика капиталовложений в природоохранные проекты, а также прогноз необходимых капиталовложений для поддержания экологии

Следовательно, данная модель дает понять то, что сохранение экологического равновесия в мире будет требовать серьезного увеличения инвестиций в развитие природоохранных технологий и уменьшения экологического вреда от существующих производственных технологий [5].

В заключение рассмотрения данной модели хотелось бы отметить следующее:

1) данная модель отражает эколого-экономические процессы, связанные с загрязнением и очисткой воздуха на определенной территории, исходя из заданных начальных условий и временных рядов, описывающих динамику экзогенных переменных;

2) модель позволяет предсказать динамику эндогенных переменных (качественно и количественно), причем указанное поведение возможно при неизменной структуре системы, а количественные оценки достоверны вплоть до 2010 года (далее динамика основных переменных приводится для демонстрации возможного S-образного поведения системы);

3) модель отражает взаимосвязь между различными подсистемами (секторами экономики) посредством петель обратной связи и позволяет рассмотреть влияние выделенных подсистем друг на друга, что не удастся сделать при помощи классических методов, применяемых в экономике [6].

Научн. рук. Милов А. В.

**Литература:** 1. Глазьев С. Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития / Глазьев С. Ю. – М. : ВладДар, 1993. – С. 189. 2. Vensim Information [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.std.com/vensim>, 1997. 3. Vensim: Why walk when you can fly? [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.vensim.com>, 1996. 4. Bertalanffy L. von General system theory – critical review // System Behavior. – Ed. by J. Beishon and G. Peters, by Harper and Row Publishers, London, NY, Hagerstown, SF, 1972. 5. Harich M. M. Sustainability at a Local Level: The Computer tool INES (Interactive Energy Scenarios) and EMS (Energy Management Simulation Game) as Instruments for the Reduction of Energy Consumption at Research Institute / Harich M. M. // 27 Annual International Conference of the International Simulation and Gaming Association (ISAGA). – Liciupe/Riga, 1996. 6. Wolstenholme E.

F. A Methodology for Qualitative System Dynamics / Wolstenholme E. F. // In Proceedings of the 1985 International Conference of the Systems Dynamics Society. – Keystone, Colorado : International System Dynamics Society. – 1985. – Vol. 2. 7. Venstm: Personal Learning Edition, User's Guide. – Ventana Systems Inc., 1988 – 1996.