

**Впровадження принципів сталого розвитку в регіональне екологічне оцінювання, технології та виробництва.**

**Внедрение принципов устойчивого развития в региональное экологическое оценивание, технологии и производства.**

**Implementation of sustainable development principles into regional assessment, technologies and productions.**

**1. Номер державної реєстрації теми – 0110U000386**

**2. Науковий керівник - д.т.н., проф. Статюха Г.О., Статюха Г.А., Statyukha Gennadiy O.**

**3. Суть розробки, основні результати.**

**(укр.)**

Проведено оцінювання екологічної сталості й екологічної керованості регіонів України. Проведено дослідження екологічної складової регіонального сталого розвитку на основі компаративного аналізу регіонів України за інтегральним показником. Запропоновано індекс екологічної уразливості Причорномор'я і Приазов'я і проведено оцінювання екологічної уразливості приморських регіонів України. Запропоновано і апробовано проблемно-орієнтовану модель оцінювання впливу продукційної системи та методика розрахунку індексу шкідливості продукту. Запропоновано і апробовано коефіцієнт сталого ресурсоспоживання на основі оцінювання впливу продукційної системи з використанням теорії природного капіталу та монетаризування. Запропоновано індикатор водо-ефективності для оцінювання водного господарства промислового підприємства.

Розроблено метод уніфікування кількісних оцінок впливів на компоненти навколишнього середовища і створено систему безрозмірних індексів. Запропоновано метод прийняття рішень щодо оцінювання рівня впливу проєктованих об'єктів на компоненти навколишнього природного середовища. Розроблено структуру екологічного ризику на основі концепції ОВНС та процедуру оцінки екологічних ризиків при проєктуванні, що дає змогу кількісно визначати рівні екологічного ризику та в результаті оцінювати стан екологічної безпеки досліджуваного об'єкту.

Розроблено і впроваджено процес адсорбування / десорбування оксидів азоту на синтетичних цеолітах. Розроблено математичну модель, яка дає змогу визначати концентрації оксидів азоту на виході з адсорберу і основні технологічні параметри за оптимальних умов перебігу процесу.

**(рос.)**

Проведена оцінка екологічної устойчивости и экологической управляемости регионов Украины. Проведено исследование экологической составляющей регионального устойчивого развития на основе компаративного анализа регионов Украины по интегральному показателю. Предложен индекс экологической уязвимости Причерноморья и Приазовья и проведена оценка экологической уязвимости приморских регионов Украины. Предложена и апробирована проблемно-ориентированная модель оценки воздействия производственной системы и методика расчетов индекса вредности продукта. Предложен и апробирован коэффициент устойчивого ресурсопотребления на основе оценки воздействия производственной системы с использованием теории природного капитала и монетаризации. Предложен индикатор водо-эффективности для оценки водного хозяйства промышленного предприятия.

Разработан метод унификации количественных оценок воздействий на компоненты окружающей среды и создана система безразмерных индексов. Предложен метод принятия решений по оценке уровня воздействия проектируемых объектов на компоненты окружающей природной среды. Разработана структура экологического риска на основе концепции ОВНС и процедура оценки экологических рисков при проектировании, которая позволяет количественно определять уровень экологического риска и, в результате, оценивать состояние экологической безопасности исследуемого объекта.

Разработан и введен процесс адсорбции / десорбции оксидов азота на синтетических цеолитах. Разработана математическая модель, которая позволяет определять концентрации оксидов азота на выходе из адсорбера и основные технологические параметры при оптимальных условиях протекания процесса.

(англ.)

Environmental sustainability assessment and environmental performance assessment of Ukrainian regions are carried out. The evaluation of environmental component of regional sustainable development on the basis of comparative analysis of the regions of Ukraine by complex indicator is carried out. The Black Sea and the Sea of Azov environmental vulnerability index is proposed and environmental vulnerability assessment of coastal Ukrainian regions is carried out. Problem-oriented model for product system impact assessment and calculation technique of a product damage index are proposed and approved. Sustainable resource consumption coefficient based on product system impact assessment including natural capital theory and monetarisation is proposed and approved. Water-efficiency indicator for industrial plant's water network evaluation is proposed.

Unification technique of quantitative estimates of impacts on environmental components is developed and the system of dimensionless indices is formed. Decision making method of assessment of designing object impact on components of the environment is proposed. Environmental risk structure based on environmental impact assessment concept and evaluation procedure of environmental risks for designing which allows determining environmental risk level quantitatively (and as a result assessing the environmental safety condition of the object under study) are developed.

Adsorption / desorption process of nitrogen oxides on synthetic zeolites is developed and implemented. Mathematical model which allows determining outlet nitrogen oxides' concentration in time and key technological parameter under optimal process conditions is developed.

#### **4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.**

- Свідоцтво про реєстрацію авторського права № 29300 «Комп'ютерна програма RISK OVNS», дата реєстрації 26.06.2009 – Статюха Г.О., Бойко Т.В., Ищишина А.О.;
- Державні будівельні норми України: Методика визначення екологічного ризику «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд ДБН А.2.2-1-2003», Харків, 2010;
- Патент України на корисну модель № 54494 «Спосіб очистки газу від оксидів азоту», якій зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 10.11.2010 р. - Примиська С.О., Статюха Г.О., Безносик Ю.О.

#### **5. Порівняння зі світовими аналогами.**

Результати відповідають світовому рівню,

#### **6. Економічна привабливість для просування на ринок**

Розроблені системи оцінювання екологічної складової розвитку регіонів дають змогу підвищити швидкість і ефективність процедур прийняття рішень на регіональному і національному рівні, за рахунок згортання великих обсягів даних, задля підтримування руху регіонів до сталості. Візуалізація результатів оцінювання у вигляді рейтингових карт та профілів регіонів України спрощує сприйняття результатів оцінювання. З погляду корпоративної соціальної відповідальності та впровадження систем екологічного керування на вітчизняних підприємствах визначення критичного значення модифікованого коефіцієнта сталого ресурсоспоживання є ефективним інструментом для оцінювання мінімально необхідних вкладень у відновлення навколишнього середовища. Методика оптимізування водного господарства промислових підприємств, покладена в основу визначення коефіцієнта водо-ефективності, дає змогу зменшити очікувані сумарні річні зведені витрати на очищення стічних вод до 15 %.

Основною науково-методичною продукцією, отриманою в ході науково-дослідної роботи є:

- система безрозмірних індексів оцінювання впливів проєктованих об'єктів на навколишнє природне середовище, що побудована із використанням функції бажаності Харингтона;
- метод прийняття рішень відносно оцінювання рівня впливу проєктованих об'єктів на складові навколишнього природного середовища, що базується на використанні алгоритмів Мамдані та Сугено на базі нечітких множин;
- структура екологічного ризику на основі концепції оцінки впливів на навколишнє середовище;
- процедура оцінювання екологічних ризиків при проєктуванні, що дозволяє кількісно визначити рівні екологічного ризику та в результаті оцінити стан екологічної безпеки досліджуваного проєктованого об'єкту;
- методика визначення екологічного ризику, що базується на системі індексів впливів об'єкта, та не суперечить дійсним нормативам у практиці оцінки впливів на навколишнє середовище.

Синтетичні цеоліти застосовані в якості адсорбентів процесу вилучення оксидів азоту з газового потоку. На базі одержаних експериментальних даних, математичних розрахунків показано, що процес адсорбції на синтетичних цеолітах є ефективним методом видалення оксидів азоту до 99,95% з газового потоку. Математичне моделювання технологічних процесів очищення газів від оксидів азоту дає змогу оптимізувати процес очищення. Це призводить до підвищення ефективності очисних процесів і зменшення грошових витрат на експлуатацію систем очищення викидних газів. Розроблена математична модель дозволяє визначити параметри нових схем газоочищення та передбачити зміну параметрів при модернізації діючих систем очищення газів промислових підприємств.

#### **7. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, підприємства, організації).**

Розроблені методики оцінювання та результати їхнього використання будуть корисні промисловим підприємствам України, особливо в умовах розгортання запровадження систем екологічного керування, а також екологічним (державним, громадським) організаціям країни, Міністерству екології та природних ресурсів України, Міністерству охорони здоров'я України, Міністерству з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, особам, що приймають рішення, на місцевому, регіональному та національному рівнях, широкій громадськості.

Нова технологія очистки викидних газів від оксидів азоту на штучних цеолітах може знайти широке застосування в харчовій промисловості, хімічній промисловості.

#### **8. Стан готовності розробки.**

Розроблені системи оцінювання сталості апробовано на відповідних об'єктах (територіях продукційних системах, складових промислових підприємств) з отриманням результатів, які дають змогу стверджувати про їх ефективне подальше використання.

Розроблення та оцінювання еко-ефективних, екологічно сталих і безпечних технологічних процесів, продукційних систем і промислових об'єктів є важливою задачею. Проведені дослідження це довели. Для подальшого розвитку перспективним є, по-перше, створення методики визначення ризиків при розробці матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС), по-друге, автоматизація процесу розробки тому ОВНС, що надасть можливість уніфікувати проєктну документацію і підвищити її якість, створити базу даних ОВНС об'єктів України для відповідного моніторингу та прийняття управлінських рішень, що відповідатиме концепції сталого розвитку.

Очистка викидних газів синтетичними цеолітами впроваджена у хімічній промисловості (ВАТ АЗОТ, Черкаси; ТОВ Комплексі очисні споруди, Київ), отримані результати показують високу ефективність запропонованого методу очистки та готовність подальшого впровадження нової технології для очистки викидних газів.

## 9. Існуючі результати впровадження.

Результати роботи впроваджено в навчальний процес у викладання дисципліни усім магістрам НТУУ «КПІ» "Основи сталого розвитку суспільства" (розділ "Кількісне оцінювання сталого розвитку"), а також у спецкурсах: "Принципи сталого розвитку", "Методи оцінювання процесів сталого розвитку", «Моделювання енергозберігаючих та екологічних систем», «Автоматизація та комп'ютерні інтегровані технології», «Інтелектуальні системи прийняття рішень» та для підготування дисертаційних, дипломних та магістерських робіт. Результати роботи впроваджено на Державному підприємстві «Український державний головний науково-дослідний і виробничий інститут інженерно-технічних і екологічних вишукувань (ДП УкрНДІНТБ)», метод очистки газів на синтетичних цеолітах впроваджено для удосконалення схеми очищення хвостового газу від оксидів азоту на ВАТ «Азот» (м. Черкаси), у ТОВ «Комплексні очисні споруди» (м.Київ).

## 10. Назва організації, телефон, e-mail

НТУУ"КПІ", хіміко-технологічний факультет, кафедра кібернетики хіміко-технологічних процесів, тел. (044) 406-82-12, e-mail: [kxtp@list.ru](mailto:kxtp@list.ru)

## 11. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки

1. Аналіз сталого розвитку — глобальний і регіональний контексти: моногр. / Міжнародна рада з науки (ICSU) [та ін.]; наук. кер. М. З. Згуровський. — К.: НТУУ «КПІ», 2010. — Ч. 1. Глобальний аналіз якості та безпеки життя людей. — 252 с.
2. Аналіз сталого розвитку — глобальний і регіональний контексти: моногр. / Міжнародна рада з науки (ICSU) [та ін.]; наук. кер. М. З. Згуровський. — К.: НТУУ «КПІ», 2010. — Ч. 2. Україна в індикаторах сталого розвитку. — 216 с.
3. Analysis of Sustainable Development – Global and Region Contexts: in 2 p. / ICSU and others; sci. adv. M.Z. Zgurovsky. – К.: NTUU "KPI", 2010. – p. 1. Global analysis of quality of life and security of world population.
4. Analysis of Sustainable Development – Global and Region Contexts: in 2 p. / ICSU and others; sci. adv. M.Z. Zgurovsky. – К.: NTUU "KPI", 2010. – p. 2. Ukraine in the sustainable development indicator analysis.
5. Згуровський, М.З. Основи устійливого розвитку общества [Текст]: курс лекцій в 2 ч. / М.З. Згуровський, Г.А. Статюха. - К.: НТУУ "КПІ", 2010. - Ч.1. - 464 с.
6. Оцінювання екологічної уразливості приморських регіонів України на основі даних 2006–2008 років [Текст] / Г.О. Статюха, І.М. Джигирей, Д.В. Чашник, Р.П. Мельничук // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2010. – № 4/8 (46) – С. 8–14.
7. Джигирей, І.М. Оцінювання екологічної сталості регіонів України на основі даних 2008 року [Текст] / І.М. Джигирей, Г.О. Статюха // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2010. – № 6/6 (48) – С. 51–60.
8. Світова практика інтегрованого керування та оцінювання сталого розвитку прибережних зон [Текст] / Г.О. Статюха, І.М. Джигирей, Д.В. Чашник, Д.Р. Коломієць // Східно-Європейський журнал передових технологій. - 2011. - N 2/4 (50) - С. 59-67.
9. Water-efficiency as Indicator for Industrial Plant Sustainability Assessment [Text] / Gennadiy Statyukha, Olexander Kvitka, Arcadiy Shakhnovsky, Iryna Dzhygyrey // Computer Aided Chemical Engineering. – Vol. 26. – 2009. – PP. 1227-1232.
10. Gennady Statyukha, Tatyana Wojko, Vladislav Bendyug and Arcady Shakhnovsky Sustainable development in quantitative indicators of technogenic safety assessment // Chemistry & chemical technology, vol. 4, No.1, 2010,-p. 69-72.
11. Бойко, Т.В. Визначення пріоритетності моніторингових зон за допомогою методів нечіткої логіки [Текст] / Бойко Т.В., Бендюг В.І, Годзевич В.І. // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Теплоенергетика. Інженерія доквілля. Автоматизація.-2010.- №659.- с. 175-178.
12. Бойко, Т.В. Визначення пріоритетності моніторингових зон за допомогою методів нечіткої логіки [Текст] / Бойко Т.В., Бендюг В.І, Годзевич В.І. // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Теплоенергетика. Інженерія доквілля.

- Автоматизація.-2010.- №659.- с. 175-178.
13. Бойко, Т.В. Оценка экологического риска на основе индексных показателей [Текст] /Бойко Т.В.//Вестник Национального технического университета «ХПИ».-2010.- №10.- с.103-108.
  14. Бойко Т.В. Особенности применения индексных показателей для оценки экологического риска техногенных объектов [Текст] / Бойко Т.В. // Восточно-европейский журнал передовых технологий.-2010.- №2/10 (44).- с.16-21.
  15. Статюха Г.О. Особливості використання метода «індекс-ризик» для оцінки техногенної безпеки об'єктів [Текст] / Статюха Г.О., Бойко Т.В., Абрамова А.О.// Восточно-европейский журнал передовых технологий.-2010.- №2/10 (44).- с.4-10.
  16. Бойко Т.В. Техногенна безпека як невід'ємна частина сталого розвитку регіонів України [Текст]/ Бойко Т.В., Бендюг В.І., Комариста Б.М.// Восточно-европейский журнал передовых технологий.-2010.- №2/10 (44).- с.52-54.
  17. Бойко Т.В., Статюха Г.О. До питання кількісної оцінки екологічної безпеки при овнс. Восточно-Европейский журнал передовых технологий, 2010, № 6 (48).
  18. Назаренко, М. В. Особливості визначення техногенного ризику хіміко – техногенних об'єктів на стадії проектування [Текст] / М. В. Назаренко, Т.В. Бойко, В.І. Бендюг // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2011. - №3/11(51). – С. 13 – 17.
  19. Статюха Г.О. Сталий розвиток як складова вищої технічної освіти в НТУУ «КПІ» [Текст] / Статюха Г.О., Бойко Т.В., Джигирей І.М. // III-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology -2011). Збірник наукових статей, Україна, Вінниця, 21-24 вересня 2011, ISBN978-966-641-423-9(том2).-2011.- с. 651-654
  20. Бойко Т.В. Методологічні особливості визначення екологічних індикаторів сталого розвитку [Текст] / Бойко Т.В. // III-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology -2011). Збірник наукових статей, Україна, Вінниця, 21-24 вересня 2011, ISBN978-966-641-423-9(том2).-2011.- с. 668-670
  21. Статюха Г.А., Безносик Ю.А., Бугаєва Л.Н. Сравнение устойчивого развития различных предприятий на основе сводного показателя с использованием анализа иерархий – XI международная конференция «Интеллектуальный анализ информации ИАИ-2011». Сб. трудов – Киев, Просвіта, 2011. - с. 77 – 85.
  22. Бугаєва Л.М., Османов М.М., Статюха Г.О. Використання методів системної динаміки для дослідження сталого розвитку. Восточно-европейский журнал передовых технологий.-2010.- №2/10 (44).- с.22-25.
  23. Приміська С.О., Меренгер А.М., Безносик Ю.О., Решетіловський В.П. Комп'ютерне моделювання очистки газів на цеолітах. Восточно-Европейский журнал передовых технологий, 2010, № 2/10 (44). – с. 40-42.
  24. Безносик Ю.О., Приміська С.О., Меренгер А.М., Решетіловський В. Адсорбційне очищення викидних газів на синтетичних цеолітах. Журнал «Современная лаборатория», № 1, апрель / июнь 2010. – с. 43 – 44.
  25. Приміська С.О., Безносик Ю.О., Статюха Г.О., Решетіловський В.П. Перспективи очистки викидних газів теплоенергетики на синтетичних цеолітах. Вестник Национального технического университета «ХПИ», № 10, 2010. – 70 – 77.
  26. Приміська С.О., Меренгер А.М., Безносик Ю.О., Статюха Г.О., Решетіловський В.П. Очистка викидних газів від оксидів сульфуру та азоту (II) на штучних цеолітах. Вісник Національного університету «Львівська політехніка»: Хімія, технологія речовин та їх застосування, 2010, № 667. – с. 223 – 227.
  27. Демидовський Р.Ю., Безносик Ю.О., Статюха Г.О. Оцінка ефективності процесів знешкодження газових викидів з використанням нечіткої логіки. Восточно-Европейский журнал передовых технологий, 2010, № 6 (48).