

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ**

Обострение и глобализация экологических проблем (загрязнение и разрушение элементов окружающей среды, нехватка ресурсов и др.) представляют угрозу основе жизни и возможностям развития. Это связано также и с тем, что одним из основных элементов экономической деятельности является добыча, переработка, транспортировка и использование нефти и газа. Международные организации МАВ (Man and the Biosphere) и УСЕР (The UNESCO Cousteau Ecotechnie Programme) отмечают, что одна из проблем в анализируемой области связана с планированием краткосрочных экономических выгод без должного учета потерь, обусловленных необходимостью решения экологических задач в отдаленной перспективе, а также с проектированием и эксплуатацией химико-технологических производств (ХТП) [1].

В общем плане разработка (синтез) ХТП, отвечающих требованиям установленных стандартов по охране окружающей среды, сопровождается необходимостью учета очень многих условий и требований и осуществляется нередко эвристическим методом. Для оптимизации структуры ХТП необходимо формализовать высказывания с учетом условий присутствия или отсутствия каждого технологического оператора и каждого материального потока. Эти условия должны учитывать также зависимости операторов и потоков не только друг от друга, но и от заданных значений показателей качества выпускаемой продукции, рыночных цен на ресурсы, степени наукоемкости проектируемого производства, возможных штрафных санкций за нарушение требований установленных экологических стандартов. Таким образом, речь идет о «соединении» технологии, экономики и экологии [2].

С другой стороны, оперативное управление экологической обстановкой в зоне территориальных химико-технологических комплексов сильно затруднено из-за автономности материальных потоков и различной ведомственной подчиненности предприятий, расположенных на данной территории, а также (часто) из-за узкой квалификационной специализации руководящих кадров этих предприятий, замкнутости их на ведомственные, как правило, коммерческие интересы. В этих обстоятельствах трудно рассчитывать на согласованные оперативные и оптимальные действия дежурного инженерного персонала разных

предприятий в условиях отклонения технологических ситуаций от номинального режима. Трудно ориентироваться и ответственному должностному лицу, принимающему персональные решения, в большом объеме разрозненной и часто противоречивой информации, поступающей по телефону или в устной форме от подчиненных. В связи с этим неопределимую помощь в подготовке соответствующего персонала могут оказать обучающие и/или контролирующие компьютерные программные средства, моделирующие и анализирующие всевозможные ситуации.

В основе системы обучения и повышения квалификации специалистов, связанных с химическими технологиями и/или природоохранной деятельностью, наряду с формированием мировоззрения должно лежать также управляемое формирование у обучаемого целостной ориентировки в восприятии информации, целях и условиях выбора и исполнения профессиональной деятельности. Одним из эффективных решений задачи является создание и использование компьютерных программных средств, в максимальной степени соответствующих и требованиям коммерческих, и требованиям образовательных продуктов [3, 4].

Мы исходим из того, что создание и использование компьютерных программных средств для анализа и синтеза ХТП, выполняемых на основе системного подхода и с учетом требований экологической безопасности, с одной стороны, и для подготовки и повышения квалификации специалистов в области промышленной экологии – с другой, следует отнести к числу важнейших в области разработки и внедрения инновационных технологий в теорию и практику реализации политики охраны окружающей среды и экологической безопасности населения в соответствии с международными стандартами и нормами.

Информационные технологии, основанные на использовании программных и инструментальных средств визуализации и динамизации процессов, значительно повысили эффективность использования моделей. Мультимедиа, 3D-изображения, графический интерфейс лежат в основе большого числа программных средств, разработанных и используемых в БГТУ для решения задач в области экологии и в экологическом образовании.

Например, с целью формализации процедуры принятия решения о требуемом количестве источников информации для описания загрязнения территории культурно-промышленного комплекса с заданной точностью, а также для вычисления координат их рационального размещения предлагается рассматривать некоторую замкнутую область  $S$ , задаваемую массивом пар смежных точек границы области  $M = [(x_i, y_i)]$ ,  $i = 1, n$ . Область  $S$  может представлять собой, например, контур карты

города, что позволяет визуально соотносить участки области  $S$  с местоположением конкретных транспортных магистралей, промышленных или культурных объектов на территории города. На начальном этапе создания методики необходимо располагать математическими моделями загрязнения территории города рассматриваемыми веществами  $Z_j = f(F_1, F_2, \dots, F_k)$ , которые имитировали бы процесс измерения качества воздуха в приземном слое атмосферы в любой заданной точке области  $S$ . Для получения модели необходимо построить информационную сеть, в узлах которой нужно поместить данные многолетних наблюдений в зависимости от календарного времени, погодных условий, ветрового режима и других факторов  $F_1, F_2, \dots, F_k$ .

В основу разработанных и используемых в БГТУ и ряде ВУЗов Беларуси и других стран СНГ средств положены: принципы построения компьютерной экспертной системы оценки воздействия промышленного объекта на окружающую среду [5]; методический подход, основанный на автоматическом формировании систем дизъюнктивных линейных неравенств и уравнений по формализации задачи, связывающих технологические операторы и материальные потоки с требованиями к системе [3]; методы нейросетевого моделирования (применяемые также в другой области исследования [6]), теория проективных геометрий и полей Галуа, что позволяет получать ортогональные таблицы и трансформировать их в информационные сети с любым числом факторов, варьируемых на любом числе уровней.

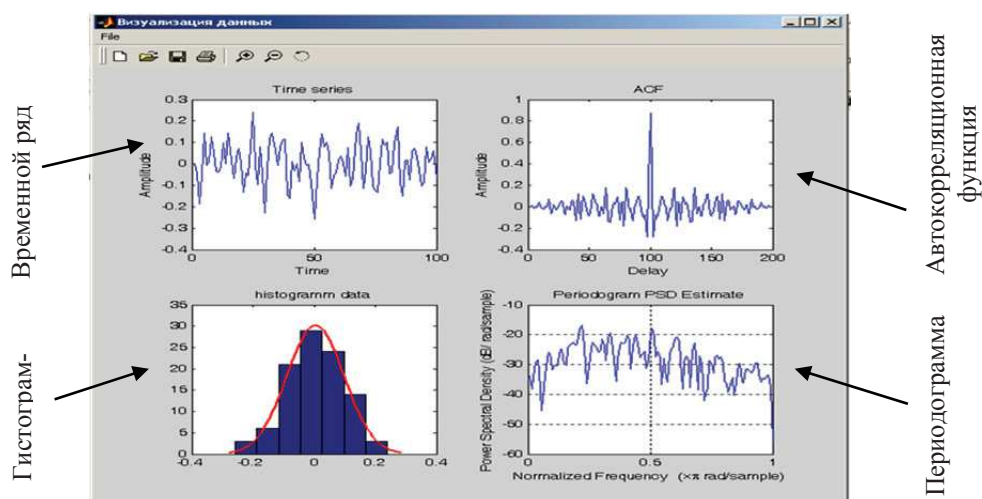


Рисунок 1 – Диалоговое окно программного модуля «Prognoz»

Созданные программные средства охватывают весь диапазон вопросов, принимаемых во внимание при решении проблемы охраны окружающей среды от вредных выбросов предприятий: проектирова-

ние экологически безопасных предприятий – их эксплуатация и импактный экологический мониторинг территории – оценка загрязнения территории (поиск и наказание виновных).

Понятно, что важнейшим блоком реализованных алгоритмов является анализ данных, в том числе, основанный на технологии data mining [7]. Для примера на рис. 1 представлен пример диалогового окна модуля «Prognoz» с визуализацией результатов экспресс-анализа данных прогноза временных рядов (используются нормированные исходные данные). Нормировка осуществляется, как показано в следующем примере.

Пусть задан некоторый временной ряд на интервале времени 60 суток с дискретностью наблюдения параметра 12 часов. Количество дискретных отсчетов равно 120. По графикам можно дать предварительное заключение о наличии тренда и периодичности в исходном временном ряде.

### Литература

1. USEP and MAB// [www.unesco.org/mab/usep/usepmab.html](http://www.unesco.org/mab/usep/usepmab.html).
2. Brakovich A. Mathematical foundations of complex desirability function for evaluation of the product quality in the relationship with anthropogenic impacts on the environment / Andrei Brakovich , Vitaliy Kolesnikov , Pavel Urbanovich // IAPGOŚ. – 2012. – 4a. – P. 36–38.
3. Колесников, В. Л. Компьютерное моделирование и оптимизация химико-технологических систем: учеб. пос. для студ. вузов / В.Л. Колесников, И.М.Жарский, П.П.Урбанович. – Минск : БГТУ, 2004. – 533 с.
4. Колесников, В. Л. Компьютерное моделирование в химической технологии. Курсовое и дипломное проектирование: уч. пособие для студентов вузов / В. Л. Колесников, И. М. Жарский, П. П. Урбанович. – Минск : БГТУ, 2008. – 333 с.
5. Урбанович, П. П. Принципы построения компьютерной экспертной системы оценки воздействия промышленного объекта на окружающую среду / П. П. Урбанович, В. Н. Марцуль, И. Г. Сухорукова // Труды Белорусского государственного технологического университета. Вып. VIII. Физ.-мат. науки и информатика. – Минск : БГТУ. – 2000. – С.139–145.
6. Плонковски, М. Криптографическое преобразование информации на основе нейросетевых технологий / М. Плонковски, П. П. Урбанович // Труды БГТУ. Серия VI. Физико-математические науки и информатика. – Минск : БГТУ. – 2005. – Вып. XIII. – С.161-164.
7. Kolesnikov, V. L. Data mining for industrial facilities / V.L. Kolesnikov, P.P. Urbanovich, A.I. Brakovich // 8th International Conference “New Electrical and Electronic Technologies and their Industrial Implementation” – NEET’2013, Zakopane, Poland, June 18 – 21, 2013. – P. 145.