

демиях и пр.; общественная деятельность, пропаганда экологических знаний среди населения.

Говоря о системе экологического образования и воспитания в целом, ее можно представить как ряд последовательно сменяющихся и взаимосвязанных этапов. Первый — воспитание любви к природе, стремление к общению с ней, лежащее в основе всех средств и методов экологического воспитания. Второй этап характеризуется вооружением знаниями об основных закономерностях развития природы, сложных взаимоотношениях человека с природой и о необходимости учитывать ее ранимость и ограниченность возможностей самовосстановления после нанесенного человеком ущерба. Третий этап — формирование экологической культуры, включающей экологическое сознание и мышление, культуру чувств, культуру поведения в природе, экологическую культуру труда и потребления «даров» природы. И четвертый этап — воспитание гражданской ответственности за состояние природы как итог всей деятельности по воспитанию любви к природе, формированию экологической культуры личности.

## РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНЫХ ОБУЧАЮЩИХ И ИГРОВЫХ ЭКСПЕРТНО-ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПО ПРОБЛЕМАМ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

П. П. Урбанович, В. Л. Колесников

*Белорусский государственный технологический университет*

Тематику разработанных компьютерных модулей условно можно разделить на три смысловые группы:

- оценка и моделирование качества окружающей среды,
- оценка воздействия на окружающую среду,
- организация охраны окружающей среды.

**Первая группа.** Полиномиальные математические модели, полученные с помощью разработанных программных пакетов, могут использоваться для математического описания загрязнения окружающей среды, для анализа вкладов каждого фактора, включенного в модель, построения многомерных факторных зависимостей в виде поверхностей отклика, а также для формулирования и решения оптимизационных задач по определению условий, при которых загрязнение окружающей среды

становится экономически невыгодным. Программный модуль тренажера для оценки загрязнения проточного водоема, принимающего стоки нескольких промышленных предприятий, по лимитирующим признакам. Программный модуль тренажера для оценки загрязнения приземных слоев атмосферы путем расчета рассеивания в ней вредных примесей. Для комплексной оценки загрязнения окружающей среды по нескольким признакам в качестве оценочного критерия предложено использовать функцию желательности, позволяющую преобразовать массив выходных величин большой размерности в один столбец обобщенных результатов наблюдений.

**Вторая группа.** Если для оценки антропогенного воздействия на окружающую среду главное значение имеет время, за которое необходимо собрать максимально возможное количество экологической информации, то в основу разрабатываемой системы мониторинга города Минска положены такие исходные данные, как срок представления конечной информации, количество передвижных автолабораторий, выделенных в распоряжение исполнителя. Задачами тренажера являются организация маршрутов каждого автомобиля с учетом скорости передвижения, организация пунктов остановок автомобилей для производства замеров проб воздуха с учетом затрат времени на каждое измерение. Предполагается, что все автомобили будут работать одновременно в течение всего срока, выделенного на сбор информации. Если определяющим условием оценки антропогенного воздействия является стоимость информационной сети, то главными параметрами будут объем выделенных финансовых ресурсов и стоимость одного стационарного поста наблюдений. При делении одной величины на другую получается количество датчиков, которые нужно рационально разместить на всей площади территории города, для съема информации в каждой конкретной точке.

**Третья группа.** Основная идея первой ситуационной деловой игры состоит в том, чтобы имитировать получение информации о качестве воздуха в любой точке территории города путем замены инструментальных натуральных измерений качества воздушной среды результатами вычислений концентрации примесей по математической модели загрязнения. Тренажер имеет целью научить студентов выявлять причинно-следственные связи между загрязнением территории и его возможными виновниками.

Для организации и проведения второй эколого-экономической деловой игры в основу положен промышленный

объект утилизации волокнистых отходов типа макулатуры. При его функционировании необходимо максимально использовать оборотную воду для уменьшения объема стоков, но это приведет к удорожанию продукции за счет увеличения расхода упрочняющих полимерных добавок. Если оборотную и сточную воду подвергнуть глубокой очистке, например термической деминерализации, то экологические требования будут удовлетворены и качество продукции будет достигаться меньшими расходами полимеров, но финансовые затраты на деминерализацию приведут к банкротству предприятия по экономическим причинам. Попытки увеличить прибыль путем управления качеством продукции и повышения отпускной цены могут натолкнуться на экономические ограничения, связанные с большими расходами денежных средств на возмещение ущерба, нанесенного природе интенсификацией производственной деятельности. Таким образом, для оптимального оперативного технологического управления необходимо решать компромиссную задачу оптимизации, результатом которой должны быть найдены такие значения управляющих воздействий, которые обеспечивают получение продукции заданного качества при допустимом уровне загрязнения окружающей среды и минимизируют функцию цели, стоимость энерготехнологических затрат или максимизируют прибыль от реализации продукции. Путем организации вычислительного эксперимента, изменяя цены сырьевых, водных и энергетических ресурсов, а также величины штрафа за сброс токсических веществ, можно определить условия, при которых загрязнение окружающей среды окажется экономически невыгодно.

## **РАЗРАБОТКА МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ УЧЕБНИКОВ И ТРЕНАЖЕРОВ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**П. П. Урбанович, Н. И. Гурин**

*Белорусский государственный технологический университет*

В настоящее время вычислительная техника вплотную по своим возможностям приблизилась к совокупной обработке визуальной, текстовой и звуковой информации в совершенно естественном для человека виде. Современные компьютеры могут практически имитировать окна в реальный мир с естест-