

УДК 519.7

А.А. Уланов (5 курс, каф. РВиКС), Ю.Г. Карпов, д.т.н., проф.

## ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ СИСТЕМОЙ ПЕРЕРАБОТКИ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Проблемам экологии по праву уделяется все больше внимания. На государственном уровне реализуются программы по предотвращению и уменьшению вредного воздействия цивилизации на окружающую среду. Для выработки качественного комплексного управления системами защиты окружающей среды остро требуются специализированные пакеты поддержки принятия решений.

Совместно с Австрийским Исследовательским Центром в соответствии с программой научного сотрудничества между СПбГПУ и АИЦ на факультете Технической кибернетики СПбГПУ разрабатывается пакет поддержки принятия решений для выработки управления отраслью переработки бытовых отходов в Австрии.

Поддержка решений должна осуществляться в виде ответов на вопросы: «что произойдет, если...» - фактически, это должна быть система анализа вариантов управления отраслью. В дальнейшем необходимо разработать модуль, производящий автоматическую оптимизацию. Пакет должен включать в себя изменяемую модель системы, систему моделирования, модуль анализа и представления результатов, оптимизирующий модуль, базы данных, хранящие исходные данные, модели и результаты. Планируется подключение к модели географической информационной системы (ГИС).

К пакету предъявляются следующие требования:

1. Высокий уровень абстракции модели.
2. Легкая настройка пакета под конкретный регион (локализация).
3. Модель (сценарий) и результаты ее работы должны храниться в базах данных.
4. Пакет должен предоставлять пользователю графический пользовательский интерфейс для создания сценариев и отображения результатов.
5. Пользователь должен обладать минимальными знаниями в программировании и управлении базами данных.
6. Пакет должен содержать библиотеки объектов и готовых сценариев.

В качестве системы моделирования был выбран пакет XJ AnyLogic 4.1, за его удобный пользовательский интерфейс, позволяющий быстро создавать модель, средств наглядного представления данных, возможность создания библиотек объектов. Было принято решение реализовывать базы данных в MS Access – стандартном офисном приложении – чтобы их можно было легко переносить с одной машины на другую.

Модель (сценарий) строится на основе «объектов системы»: источниках бытовых отходов (подсистем сбора отходов в населенных пунктах), предприятиях механической и химической переработки материалов, установках захоронения отходов.

Множество объектов с заданными параметрами объединенных в сеть, по которой перевозятся материалы (отходы и результаты переработки), образуют сценарий. (Например, сценарий переработки отходов в некотором регионе или сценарий утилизации и переработки вычислительной техники). Сценарии могут включать в себя другие существующие сценарии.

Требуемые результаты модели: потоки материалов; произведенные при химической переработке (resuse) продукты и энергия; необходимые затраты производственных мощностей, персонала и энергии; количество выброшенных в окружающую среду вредных веществ самой системой и баланс всех предприятий в сценарии (отрасли).

Большинство аналогичных пакетов используют модели, представляющие собой только статические вычисления. В данном проекте принято решение использовать имитационное

моделирование, что позволяет моделировать динамическое поведение объектов и системы в целом, в частности, задержки при переработке и транспортировке материалов. Это заметно расширяет возможности и сферу применения пакета. Такая модель позволяет также вырабатывать методы динамического управления системой. Кроме того, этот выбор позволил достичь большей гибкости и простоты в использовании в рамках выбранной архитектуры пакета.

Сама модель была разбита на два уровня абстракции: «нижний» и «верхний».

На нижнем уровне описывается статическое поведение объектов (преобразование материалов, расчет требуемой и производимой энергии, выбросы в окружающую среду) а также производится расчет годового баланса каждого объекта. Объект рассматривается как отображение входных векторов материалов на выходные векторы материалов, продукции, энергии и выбросов в окружающую среду (эмиссий), представляющее собой преобразования на основе матриц трансформационных коэффициентов, являющихся основными параметрами для каждого объекта. Уровень реализован в виде классов-моделей на языке Java. Модели этого уровня являются общими (библиотечными) для всех моделей систем (сценариев). Изменяются лишь параметры, которые загружаются из баз данных. Поэтому в пакете используются откомпилированные классы, которые пользователь не может изменять.

Верхний уровень моделирует транспортные связи и маршрутизацию. На этом уровне описывается вся динамика системы (задержки в переработке и транспортировке). Именно здесь пользователь может собирать свой сценарий из объектов нижнего уровня, задавая параметры из баз данных, определяя связи между ними и политику маршрутизации. Этот уровень реализован в AnyLogic, который позволяет методом drag-and-drop создать на структурной диаграмме объекты, а затем объединить их в сеть. Объектный язык моделирования AnyLogic позволяет, как копировать сеть существующего сценария, так и целиком включать эти сценарии в виде объекта системы.

Кроме того, организован третий уровень – уровень источника данных, который включает классы, осуществляющие загрузку модели и определенных параметров из базы данных, а также сохранение модели и результатов ее работы в базе данных. Эти классы позволяют самой модели быть полностью независимой от реализации источника данных, будь то реляционная или объектно-ориентированная база данных, или же тестовый набор параметров модели. Обмен данными с параллельно разработанными реляционными базами данных MS Access, осуществляется через JDBC.

В докладе представлены результаты проведенной к настоящему времени работы по проекту, включающие выработку спецификаций системы поддержки принятия решений, разработанную архитектуру пакета, модели объектов целевой системы, модули вычисления результатов работы модели и структуру библиотек. В рамках проекта также разработаны базы данных, методы доступа к ним, загрузки и сохранения моделей (сценариев).

В будущем в рамках проекта будут разработаны и реализованы механизмы маршрутизации потоков материалов, модели транспорта и привязку к реальной местности на основе ГИС. Также будут созданы пользовательское приложение для анализа и представления результатов, а также администрации библиотек, баз данных и проектов. После заполнения баз данных будет проведена валидация модели. Предполагается также ввести возможность оптимизации управления моделью за счет собственного оптимизирующего модуля или же за счет внутренних средств AnyLogic.