

## İNFORMATİKA

ДИНАМИЧЕСКАЯ ГЕНЕРАЦИЯ УЧЕБНОГО ПЛАНА И  
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Ш.Н. ШАХБАЗОВА

*Азербайджанский Технический Университет*

*В работе рассматривается необходимость и возможность динамического построения учебного плана для приобретения необходимого объема знаний и для индивидуального обучения, и для обучения группы студентов. В качестве основы анализа предлагается ввести понятие правил-множества, которое связано с содержанием дисциплин. Вводится семантическая сеть знаний предметной области, в результате чего критерии эффективности учебного плана строятся на основе максимизации функций, связанных с количественной оценкой усвоения каждого элемента из правил-множества. Рассмотрены вопросы оценки связности дисциплин учебного плана и оптимизации последовательности изложения материала учебных модулей.*

## Введение

Процесс получения и углубления знаний сопровождает человека в течении всей жизни. Постепенное ускорение прогресса сменилось с прошлого века революционным ростом информационного поля, в результате которого многократно возросла нагрузка на человека и общество в целом.

Информационный поток оказывает большое влияние на человека и общество, однако, почти вся информация имеет временный характер, в то время как общий мировой прогресс диктует условие необходимости технологического и информационного обновления всех сторон общества.

Требование соответствия специальности, в свою очередь, требуют от человека в зависимости от профессии овладевать новыми навыками или знаниями, расширять знания в других областях. Существующие методы повышения квалификации, как книжные варианты, так и компьютерные, построены по принципу наибольшего охвата информационного материала, в результате чего снижается эффективность усвоения знаний. В то же время крайне мало компьютерных систем, грамотно оценивающих качество знаний и усвоение в ходе обучения.

Выходом из этого положения зачастую остается только посещение специализированных курсов или индивидуальных занятий с педагогом,

которые способны определить текущее состояние знаний и в сжатой форме обучить недостающим фрагментам.

В данной работе дается математическое моделирование данного процесса с целью создания технологии автоматизации выработки групповых и индивидуальных учебных планов согласно предварительному тестированию, который способен грамотно контролировать промежуточными тестами усваивание сжатых, но достаточных знаний для овладения необходимыми навыками.

### **Постановка задачи**

При формировании учебного плана всегда стоит задача анализа взаимосвязи дисциплин. Так, для каждой дисциплины должен быть определен набор базовых дисциплин, из которых берутся основополагающие понятия и определения, необходимые для чтения текущей дисциплины. Особенно актуальна проблема формализации учебного плана при реализации системы дистанционного обучения, где одним из основных принципов является индивидуализация обучения.

Обычно дисциплина включает несколько разнородных разделов, поэтому в дальнейшем будем использовать понятие модуля, как однородного, функционально законченного раздела дисциплины. Каждый модуль приписан к одной дисциплине. В работе увязка междисциплинарных связей основывается на декомпозиции дисциплин на модули и последующей привязкой к каждому модулю элементов правил-множества.

Правилom назовем некоторое понятие предметной области, имеющее определенный синтаксис и семантическое содержание. С каждым модулем связан набор входных и выходных правил. Каждое правило приписано к одному модулю. Входные правила - это понятия, необходимые для понимания содержания модуля. Они должны быть определены на ранних этапах обучения. Это соответствие также является задачей анализа плана. Выходные правила - это понятия, которые вводятся при чтении соответствующего модуля и, которые могут использоваться в последующих модулях. В результате модуль можно рассматривать как оператор преобразования входных правил в выходные.

### **Анализ взаимодействия дисциплин**

В этом случае взаимосвязь дисциплин устанавливаются за счет определения связи правил, т.е. установления ссылок входных правил на выходные. Входные правила могут иметь написание, отличное от выходного, на которое они ссылаются. В этом случае будем считать их синонимами.

По каждой дисциплине в рамках различных отчетных документов определены различные аспекты, отражающие ее количественный и качественный характер.

Назовем дисциплиной структуру  $Q = \{Q_Q, S_Q, K_Q, G_Q, H_Q, Y_Q\}$ , где  $Q_Q$  - название дисциплины;  $S_Q$  - семестр;  $K_Q$  - кафедра, ведущая дисциплину;

$G_Q$  – направленность;  $H_Q$  - объем часов;  $Y_Q$  - упорядоченный список модулей. Элементы  $S_Q$ ,  $K_Q$  и  $G_Q$  введены для реализации поисковых операций и фильтрации.

Модулем будем называть структуру  $Y=\{Q_Y, A_Y, H_Y, F_Q\}$ , где  $Q_Y$  - наименование модуля;  $A_Y$  - аннотация модуля;  $H_Y$  - объем часов;  $F_Q$  - указатель дисциплины. Задачи анализа связности модулей полностью повторяют анализ связности дисциплин.

Правил-множеством назовем структуру  $N=\{N^I, N^O\}$ , где  $N^I$  - множество входных правил;  $N^O$  - множество выходных правил.

Входные правила представляют структуру  $N^I=\{Q_N^I, F_Y^I, F_N^I, U_N^I\}$ , где  $Q_N^I$  - идентификатор правила;  $F_Y^I$  - указатель принадлежности модулю;  $F_N^I$  - ссылка на правил-источник;  $U_N^I$  - коэффициент усиления (определяющие увеличение количественного показателя уровня освоения данного понятия).

Выходные правила представляют структуру  $N^O=\{Q_N^O, F_Y^O, F_P^O, Z_N^O\}$ , где  $Q_N^O$  - идентификатор правила;  $F_Y^O$  - указатель принадлежности модулю;  $F_P^O$  - ссылка на правило паспорта специальности;  $Z_N^O$  - коэффициент трудности усваивания правила (количественная мера, связанная с понятием сложности правила, что ведет к различной скорости понимания после некоторого времени).

Связность модулей определяется на основании связности правил. Выбрав два произвольных модуля, можно пересчитать количество согласованных правил, т.е. выходных первого модуля, которые используются во втором модуле. Чем больше таких правил, тем более сильно связаны модули. Для каждой дисциплины можно опередить меру ее внутренней и внешней связности как множество внутренних и внешних связей модулей по правилам.

### Моделирование процесса разработки

Проблема разработки крупномасштабных сложно-связанных учебных планов относится к NP-полным задачам, которые невозможно решать только математическими методами. Следовательно, проектируемая система должна поддерживать гибридные модели представления знаний, работать с нечетко представленными и с разноформатными данными, то есть быть открытой. Более того, система должна иметь возможность общаться с пользователем на языке, близком к естественному.

Применение гибридных моделей представления знаний, то есть моделей, использующих совместно символьное и нейросетевое представления знаний, имеет ряд важных преимуществ: во-первых, появляется возможность использовать в интеллектуальной системе максимально широкий спектр экспертных знаний о предметной области, во-вторых, осуществляется организация обмена знаниями между различными модулями интеллектуальной системы (в том числе и между модулями, использующими различные парадигмы представления и получения экспертных знаний).

Отличием от существующих разработок является открытость для добавления модулей с различными методами обработки данных. Гибридная модель представления знаний позволяет описывать решение сложной задачи в виде взаимосвязанной совокупности более простых подзадач, для каждой из которых возможно использовать различные парадигмы представления знаний. В итоге система поддержки принятия решения может представлять собой сложную конструкцию из взаимосвязанных нейронных сетей, фрагментов символьных баз данных, статистических моделей и т.д.

Открытость системы позволяет подключать модули и для преобразования данных из внешних разноформатных баз во внутренний формат программы для пополнения базы знаний, что делает систему гибкой и независимой от формата поступающих извне, данных.

Структура базы знаний задается в виде направленного графа, узлы которого представляют модули обработки данных, а ребра задают направление и последовательность решения подзадач.

Классическим способом описания графовых моделей является использование матриц инцидентности и матриц смежности. Однако в данном случае проблема машинного представления графа усложняется тем, что вместе со структурой графа необходимо хранить описание отдельной задачи.

Для представления структуры знаний в теории систем искусственного интеллекта разработан язык семантических сетей. Однако для описания иерархически декомпозированных задач такой подход может оказаться избыточным, так как задачи связаны однородными дугами. Кроме того, процедуры вывода по древовидному графу значительно проще процедур вывода по семантической сети.

Отличительная особенность графовой модели - возможность использования нескольких парадигм представления знаний при решении одной задачи. Для отдельной задачи может быть сформировано несколько баз знаний. Они будут иметь общий целевой параметр (группу параметров), но могут использовать для решения различные наборы исходных данных.

#### **Качество учебного плана. Достаточность**

Следующей задачей является анализ активности использования каждого правила. Чем чаще выходные правила используются в других модулях, тем более высок уровень их понимания. Введено понятие «трудность усваивания» выходного правила  $N^O_N$ . В качестве аппроксимации данного лингвистического понятия в работе используются многочлены Лагерра. Построение функции «трудность усваивания» основывается на реализации подъема активности правила в моменты окончания чтения модулей, использующих заданное правило.

Проведенный анализ и формализация структуры учебного плана определили структуру базы данных и операции над ее компонентами. Формализованное представление учебного плана можно рассматривать как

модель генератора понятий. В работе показано, что в общем случае описание процессов изменения состояния может носить произвольный характер, поэтому в данном случае более предпочтительно использование имитационных моделей.

Критерии эффективности учебного плана формируются на основании функций воспроизведения всех правил, введенных в процессе обучения  $F_i(T)[i-Yax]$ , где  $F_i(T)$  – значение функции научения  $i$ -го правила на конец обучения ( $T$  – интервал обучения).

В общем случае эта задача многокритериальная. Кроме того, количество правил для каждой специализации достаточно велико. Таким образом, основной задачей при формировании интегрального критерия является свертка по группам классифицирующих признаков. Предлагается алгоритм решения задачи, базирующийся на методах многокритериальной оптимизации с выделением надмножества и последующего использования численных методов с представлением информации лицу, принимающему решение.

В результате можно автоматически сгенерировать план, оптимальный по заданному направлению. Следует отметить, что при такой постановке задачи оптимизации, план, оптимальный для учащегося одного уровня подготовки и способностей, может не быть оптимальным для другого. Однако в рамках стандартных режимов обучения, формирование индивидуального плана всегда сопряжено с организационными проблемами.

В случае с дистанционным обучением – при наличии базы данных методических материалов и тестовых заданий имеется возможность не только формирования индивидуального плана, но и его динамической корректировки по результатам тестового контроля.

### **Заключение**

В результате преобразования произвольной учебной программы согласно данной в работе математической модели, достигается значительный эффект наиболее ускоренного овладения соответствующими знаниями за счет ее формализации и целенаправленного усвоения.

В то же время наибольший практический результат получен в связке с тестированием знаний, что покажет не просто слабые знания на отдельные группы вопросов, а позволит выявлять цепочки не усвоенных материалов и соответственно динамически генерировать индивидуальный учебный план, который гораздо эффективнее восполнит пробелы знаний.

Разработанный программный комплекс обучения и тестирования в основу, которой заложены принципы построения интеллектуальных систем описанных в данной работе.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Шахбазова Ш.Н. Исследование информационной системы обучения в локальных сетях ВУЗа. 4-ая Международная конференция «Программное обеспечение

