

действия с точки зрения обозначения границ контролируемых областей знаний (умений, навыков) представляют собой выделение минимальных (инфинимумов) и максимальных (супренумов) внешних ограничительных значений локальных (описанных на ограниченной образовательной области) множеств элементов знаний, выдвигаемых со стороны генерального множества знаний социума.

Эти условия определяют характеристики и ограничительные рамки функционирования автоматов оценивания обучения, алгоритм функционирования которых подчиняется уравнениям Беллмана и предварительно определяется преобразованиями Фурье в области точки оценивания (преобразованиями, определяющими характер и параметры обратной зависимости между шириной и количеством опрашиваемых и регистрируемых показателей и точностью выставляемой на базе их анализа оценки [отметки]). В этой связи, в качестве отличительных особенностей функционирования контролирующе-обучающего автомата можно отметить следующие обстоятельства процесса оценивания [в наиболее общем случае “автомат” реализует последовательность действий, выполняемых преподавателем в процессе контроля]:

1. функция переходов  $\Phi$  – это система правил, алгоритмов, ограничений описывающая непрерывно дискретное поступательное изменение состояний рассматриваемого автомата и задающая необходимые параметры формирования маршрутов контроля и оценивания, определяющая, в режиме рекуррентной функции, тактику и стратегию конструирования этих маршрутов. Каждое первоначально созданное в соответствии с идеальной моделью обучения алгоритмически точно описанное единичное преобразование определяет и задаёт временные рамки скачкообразного развития процесса [совершение перехода между двумя смежными состояниями], дополнительно настраиваемого под воздействием совокупности внешних факторов.

В целом модернизируемые ячейки формируемых участков критериального поля изменяются также и в зависимости от предыдущего состояния (предыдущих состояний) функции, что объективно определяется внутренними качествами (“свойствами-способностями”) и состоянием функции выхода – фактически правилами записи и представления конечного результата. Одновременно при этом должно учитываться не одно предыдущее состояние, а весь ранее выполненный набор шагов, а также параллельно регистрируемые в памяти системы, состояния всех ячеек матрицы переходов. Все преобразования фиксируются в виде накопленной последовательности выставляемых обучаемому отметок, включая и характеристики самих отметок (веса, расширительные области трактования, фиксированная последовательность и т.д.).

Объём и содержание анализируемого преподавателем отрезка ретроспективного обзора подлежащих оцениванию знаний включает в себя строго счётное множество шагов развития алгоритма обучения. При этом с особым вниманием анализируется логика построения ответов и условия реализации воспитательной функции. В модели, описываемой графом “учебный предмет”, ретрофункцию коррекции содержания последующих этапов, следующих за контролируемым занятием, выполняет процедура анализа проведённого занятия. Т.е. контроль и коррекция на всём протяжении учебного процесса выступают как определяющие стороны содержания одной из основных – обучающей функции урока;

2. алфавит функции выходов не должен по сложности превышать ни алфавит оценки, ни алфавит рекомендаций, что означает неукоснительное выдерживание конструктивного требования к формулировке описания оценки со стороны преподавателя на уровне сложности как минимум понятном опрашиваемым, а, следовательно, формулировка оценки жёстко соответствует уровню сложности преподнесения вопроса;

3. общая лабильность исходной структуры графа оценивания должна позволять строить графы, изоморфные первоначальному, построенному при выполнении наивысших требований образовательного стандарта. В принятом в данной работе варианте моделирования учебного процесса конструирование выполняется в трёх понижающихся уровнях в зависимости от учебного рейтинга группы и отдельных её членов. Построение должно выполняться при сохранении принципов конструирования структуры (т.е. в любых преобразованиях должна быть сохранена исходная схема графа-дерева), но при переменных, согласно понижающимся порогам требований, функциях вершин дуг.

## РЕСУРСЫ И КАЧЕСТВА МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ОЦЕНИВАНИЯ

Лобашев В.Д.

*Профессиональное училище №19  
Петрозаводск, Республика Карелия*

В общем виде поступательный характер процесса обучения и контроля его результатов можно представить в виде последовательностей, этапов, параметры и характеристики которых определяются с помощью рекуррентных функций, задающих каждое последующее повышение уровня обученности ученика, происходящее вследствие прохождения индивидуального, либо в составе учебной группы, части пути обучения (отдельные занятия, законченные темы, разделы, различные дисциплины и т.д.):

$$\Phi^0(A[0]) \rightarrow A[1]; \Phi^1(A[1]) \rightarrow A[2]; \dots \Phi^{m-1}(A[m-1]) \rightarrow A[m]; (2),$$

где:  $M = \{1, 2, \dots, m\}$ ,  $i = \{0, 1, \dots, m-1\}$ ,  $j = \{0, 1, \dots, m\}$ ;

$M$  – общий вектор индексации – нумерация стадий, порогов, этапов и т.п. текущего и финального контроля уровня обученности;

$m$  – суммарное число занятий в анализируемом блоке;

Прототипом рассмотренной формулы 2 служит выражение, описывающее планируемое возрастание уровня обученности ученика, успешно преодолевающего все шаги, ступени обучения:  $\varphi(\{i\}) = \varphi(A\{i\}) \rightarrow A\{j\}$ ;

где приняты обозначения:

$\varphi(i)$  – проиндексированная функция переходов, определяющая этап процесса обучения и состояние обученности участника этого процесса;

$A(j)$  – ожидаемое изменение общей картины знаний обучаемого на соответствующем этапе обучения "j";

$A(i)$  – степень обученности ученика на начальной стадии выделяемого в учебном процессе этапе обучения.

В формуле 2 принят частный вариант исследования, рассматривающий единичный шаг сравнения обученности после каждого занятия (т.е.  $j = i - 1$ ); в общем случае сравнивать возможно и необходимо параметры занятий отстоящих друг от друга на произвольное учебное время.

Исходя из обязательных условий непрерывного нарастания сложности внутреннего содержания анализируемого элемента системы (повышения энтропии), т.е. постепенного неуклонного повышения уровня обученности аттестуемого, имеем:

$$\varphi^0 \leq \varphi^1 \leq \dots \leq \varphi^{m-1} \quad (3).$$

В численном виде степень расхождения запланированного и реально полученного результата обучения может быть выражена как многомерная разность - метрика " $\blacktriangle$ " отклонений расчётной картины знаний от идеального варианта "В". В конкретном случае эта метрика выражается некоторыми значениями функции "пси":  $\psi(A\{i\}) = B(i) \blacktriangle A(i)$ , что в настоящее время фиксируется в виде определённого оценочного балла; в рассмотренном уравнении:

$A(i)$  – объём тезауруса, усвоенного обучаемым на данном этапе обучения,

$B(i)$  – максимальный (идеальный) объём тезауруса изучаемого учебного элемента, шага, занятия и т.д.

Обозначенная метрика задаётся и определяется внешними и внутренними ограничениями. Внешними выступают требования стандарта, внутренние изначально определяются ведущими преподавателями, но в последствии развиваются и совершенствуются исключительно обучающимся. Характер развивающей функции учебного процесса в решающей мере определяется степенью согласованности этих требований. На этом этапе автомат определяет перманентную оценку уровня обученности [студентов].

Таким образом появляется последовательность значений, вычисляемых по алгоритмам процедур оценивания и характеризующих отклонение реальных знаний обучаемого от идеала, фиксируемые как отметки  $a(0)$ ,  $a(1)$ , ...,  $a(m)$ , выставляемые учащемуся в виде результатов испытаний по одному, либо нескольким предметам:

$$a(0) = \psi(A\{0\}) \rightarrow a(1) = \psi(A\{1\}) \dots \rightarrow \dots \\ a(m) = \psi(A\{m\}) \quad (4).$$

Полученная последовательность достоверных оценок позволяет выдвинуть ОСНОВНУЮ ЗАДАЧУ: - появляется возможность управлять функциями перехода (правилами продвижения по маршруту обучения) и их характеристиками в виде:

- задания переменных параметров, в том числе, и качественных ранжированных, методики [технологии] учебного процесса,
- определения и назначения функций контроля учебного процесса,
- способа оплаты обучения,
- мотивации и стимуляции учебного процесса и т.д.

Управление осуществляется с целью минимизации фиксируемых отклонений процесса обучения  $\psi(A\{m\}) \rightarrow \min \rightarrow 0$ , т.е. достижения наибольшего сближения параметров реального и идеального течения процесса обучения. Расхождение параметров должно быть минимальным, но очевидно, что успешное обучение, построенное наиболее оптимальным образом, описывается процессом постепенного, неуклонного и энергичного уменьшения отклонений от идеального состояния (уровня) обученности ученика, в конечном итоге соответствующего требуемому уровню обученности выпускника. Записываемый в виде, отмечаемых проверяющим, расхождений фактических и задаваемых образовательным стандартом уровней обученностей, центральный алгоритм исполнения маршрута обучения, представленный в виде

$\psi(A\{0\}) \geq \psi(A\{1\}) \geq \dots \geq \psi(A\{m\}) > 0$ , отражает факт увеличения обученности индивида (обучающегося) после прохождения им каждого из последовательности шагов (этапов) обучения, однако и здесь можно отметить, что темп обучения отдельных [например, "I" и "II"] студентов значительно различается.

Если из принимаемых условий частной задачи,  $\psi^{II}(A\{0\}) \geq \psi^{III}(A\{0\})$  - т.е. исходные знания студента "II" более высоки, чем студента "I", то ожидаемые и промежуточные результаты  $\psi^{II}(A\{j\}) \geq \psi^{III}(A\{j\})$ , и конечный результат  $\psi^{II}(A\{m\}) \geq \psi^{III}(A\{m\})$  должны соответствовать указанным соотношениям. Однако на практике это не обязательно выполняется. В идеале такое положение возможно только при одинаковой интенсивности обучения равных по потенциальным способностям обучаемых. Фактически же кроме уровня начальных знаний крайне важна степень первоначальной обученности и заинтере-

сованности каждого обучаемого. Тем не менее, данное соотношение выполняется для некоторого, достаточно большого (более 20-25 чел.) коллектива обучаемых студенческих групп. С целью отслеживания темпов приобретения знаний и фиксации их необходимого и достаточного объема, преподаватель, следуя технологии "портфолио", в процессе обучения отдельно анализирует каждое отклонение от запланированного маршрута и его параметров и в последствии, как результат тщательного анализа, получает возможность многомерного оценивания всей совокупности наблюдений.

По описанию функция отклонений, определяющая последовательность шагов обучения и состав корректирующих воздействий на содержание и организацию процесса обучения, в минимальной конфигурации содержит следующие аргументы:

$$\psi(A) = \psi \{h_0, V_h, V'h, I_1, I_2, \dots\} \quad (5)$$

где:  $h_0$  - уровень начальной подготовки студента;

$V_h$  - темп подачи учебной информации преподавателем, либо темп прочтения учебного текста, ознакомления с плакатом, прослушивания команд, просмотра учебного клипа и т.д.;

$V'h$  - скорость восприятия информации конкретным обучаемым;

$I_1$  - индивидуальные особенности психики обучаемого;

$I_2$  - индивидуальные особенности психики преподавателя.

Представленная функция развивается, как в вариантах прямого (активного), так и обратного (пассивного) действия и определяется функциональной совокупностью последовательных шагов обучения. Поиск общей постановки проблемы позволяет на первом этапе рассмотреть следующие оптимизирующие частные задачи:

I. Организовать учебный процесс так, чтобы степень убывания отклонений

$$\psi(A[s]) \setminus \psi(A[s-1]) \rightarrow \min \text{var}; \quad (6)$$

т.е. результат деления множеств частных значений функций отклонений (формула 6) должен быть минимальным и при этом достаточно стабильным по содержанию, сохраняя устойчивый тренд к улучшению своих характеристик; это можно представить как управляемый эффект минимизации (затухания) разности порогов требований по мере проведения проверок и аттестаций. Последовательность получаемых значений представляется слабо выраженной геометрической прогрессией для максимально высокой оценки и в арифметической прогрессии для вынесения оценки "удовлетворительно";

II. Достигнуть необходимого резерва для получения свободы варьирования насыщенностью и содержанием занятий  $F(A\{s\}) < \theta$ , ( $\theta$  - задаваемая величина) с целью минимизации числа шагов обучения, гарантирующих достижение заданного уровня обученности; в реальных усло-

виях задача создания резерва подчинена условиям: комфортности выполнения заключительных контрольных заданий, вариации последовательностей занятий, возможности проведения дополнительных занятий (например, с отстающими учащимися), проведения консультаций и т.д.;

III. Минимизировать затраты на учебный процесс, одновременно интенсифицируя и оптимизируя его; введём понятие "стоимости" конкретного  $i$ -того шага учебного процесса  $\eta(A\{i\})$ , учитывающей затраты обучаемого: - студента, слушателя, дипломника (время на изучение, подготовка к контролю, коррекция ошибок); - затраты преподавателя; - затраты учебного заведения; - прочие затраты. Тогда оценка затрат по ведению учебного процесса составит некоторую сумму:

$$\sum_{j=0}^{m-1} h(A\{i\}) \Rightarrow \min \quad (7).$$

Здесь на основании анализа полученных результатов возможна постановка задач: 1) минимизации отклонений знаний от проектируемого идеала - полного выполнения требований образовательного стандарта - с наименьшими затратами и 2) альтернативная задача - добиться наилучших знаний при заданной верхней границе затрат на проведение всех предыдущих  $k$  занятий, выполненных до момента оценивания,

Первая задача решается с использованием разнообразных процедур модернизации и частичной замены средств обеспечения учебного процесса, интенсификацией процесса обучения, кардинальным повышением профессионализма преподавателей, использованием принципиально новых технологий обучения.

Условия выполнения второй задачи записываются следующим образом:

$$\sum_{j=0}^{m-1} h(A\{i\}) < I \quad (8).$$

при этом должно выполняться генеральное условие минимизации общих затрат на обучение:

$$\sum_{j=0}^{m-1} h(A\{j\}) \Rightarrow \min \quad (9)$$

где:  $\lambda$  - выделяемые ресурсы на конкретный этап обучения.

Ресурсы ограничиваются:

- планируемыми учебным временем на обучение одного учащегося,
- лимитом занятости лабораторий и мастерских для проведения практических занятий,
- общей длительностью и равномерностью всего курса обучения,
- наличием и качеством применяемых дидактических средств и в частности совершенством используемого дидактического материала,
- экономическим затратами учебного заведения на обучение всего контингента учащихся и т.д.

Оптимизация всех перечисленных задач может быть эффективно произведена средствами динамического программирования, которые в общем случае, в приложении к педагогическим задачам, описываются следующими ограничительно-конструктивными алгоритмами-условиями:

- каждый переход (шаг проектирования, создания учебного элемента, синтезирования и конструирования единичного модуля учебного процесса) осуществляется только после достижения в проектируемой системе полностью уравновешенного состояния;

- построение оптимальной стратегии достижения конечной цели опирается на обязательное решение всех частных составляющих педагогических, конструктивно-расчётных, проблемно-поисковых и др. задач;

- стратегия достижения оптимального решения предполагает обязательное выполнение ГЛАВНОГО исходного условия: предварительное оценочно-поисковое (пилотное) решение задач, составляющих общий проблемный замысел, должен быть выполнен преподавателем в “обратном” порядке, с привлечением наиболее подготовленных обучаемых; т.е. дерево целей учебного процесса разрешается не алгоритмом поиска единого решения, находящегося в точке схождения всех вариантов, а обратным прохождением от прогнозируемой цели к исходным уровням постановки задачи, что на практике позволяет максимально точно построить её расширенный прообраз.

В этой ситуации функция цели (успешное обучение) и её модель (структурированный маршрут учебного процесса) могут быть описаны лишь статистически, поэтому оптимизация каждого рассматриваемого конструктивного элемента учебного процесса и их принципиально новых совокупностей проводятся, как правило, методами динамического программирования и статистического поиска оптимального решения путём составления и решения функциональных рекуррентных уравнений Беллмана. В общем случае такой подход позволяет с наибольшей вероятностью описывать область достоверных решений при весьма небольшой (оговариваемой условиями задачи успешного обучения) вероятности определения точных решений. Этот математический аппарат позволяет эффективно производить многошаговые итерационные процедуры (наипростейший вариант в педагогической практике – опрос с отбрасыванием альтернативно неприемлемых ответов) в заранее ограниченном поле оптимальных значений [окрестностей] параметров и функций учебного процесса (массива правильных ответов). Дополнительно к анализу моделей подобного класса, учитывая их многослойность, участие рекурсивных процедур (определяющих направление оптимизации на основе достигнутых результатов), а также работу в режиме реального

времени, привлекаются методы диаконтики (исследование по частям). При этом с целью достижения наиболее приемлемых индивидуально ориентированных (адресных) результатов могут быть применены:

- процедуры ослабления ограничений условий динамического программирования, в том числе:

- некоторое нарушение правил выполнения последующих шагов до завершения предыдущих, т.е. временная замена строгости последовательности на целенаправленную итерацию,

- задание, в качестве известных в некоторых пределах, искомым параметров (например, ожидания предварительных знаний об изучаемом разделе),

- совмещение шагов проектирования,

- использование, как частный вариант исследования, потока заявок (в данном случае – шагов оценивания) в виде цепей Маркова и их характеристики и т.д.

Проявляющиеся в процессе построения и реализации избранного пути обучения частные локальные задачи в дальнейшем могут быть решены в несколько итераций. На практике первая задача, представляющая многопараметрический комплекс, решается усилиями всех участников педагогического процесса. Вторая задача приводится к оптимуму с использованием, прежде всего, организационных методов. Последняя из рассмотренных трёх задач, полностью включает в себя аппарат и средства первых двух, и направлена на разрешение основной проблемы: учить быстрее, лучше и дешевле, имея ввиду под последним термином достижение наименьшего уровня психических, физических и материальных затрат всех сторон и участников педагогического процесса. Но все задачи в своей постановке опираются на предельно объективную мотивацию обучения.

#### УСЛОВИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОЦЕДУР ОЦЕНИВАНИЯ

Лобашев В.Д.

*Профессиональное училище №19  
Петрозаводск, Республика Карелия*

Неодинаковый характер и уровень восприимчивости учебной информации, приводит к разбросу уровней обученности учащихся в учебных группах. Сложность восприятия учебной информации, объявляемая учеником, в большинстве случаев конкретизируется им как неспособность раскрыть отдельные элементы тезауруса. Трудности коррекции содержания учебных элементов и проектирования обучаемым оптимального варианта участка технологии обучения в решающей степени состоят в затруднении определения им степени и уровня сложности, излагаемых преподавателем, учебных сообщений.