

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

В статье рассматриваются аспекты использования математического инструментария для построения моделей обучения в контексте задачи повышения эффективности подготовки специалистов в вузах.

Эффективность экономического развития страны по рыночному пути зависит не только и не столько от накопления материальных благ, сколько во многом и от состояния кадрового потенциала, профессиональной технической, экономической и научной подготовки специалистов.

Как следствие такой постановки вопроса следует рассматривать высшую школу, с одной стороны, как институт государства, с другой стороны – как институт рыночной экономики, который обеспечивает выбор образовательных услуг.

Новые задачи высшей школы, ее непрерывное развитие предъявляют к учебному процессу возрастающие требования, к которым можно отнести как требования к совершенствованию содержания, форм и методов, так и к его рациональной организации и управлению.

В отличие от обучения в школе в вузе ярко стоит проблема профессионализации образования. Профессионализация предполагает включение личности в профессиональную деятельность, специализацию, необходимое образование и уровень квалификации. Таким образом, выпуск «троечных» специалистов идет в разрез с потребностями времени в высококвалифицированных кадрах. А это означает, что организация процесса обучения (в совокупности с его содержанием) должна соответствовать стратегии, которая дает максимальный эффект при подготовке специалистов. То есть уровень знаний, умений и навыков, полученный каждым студентом за время обучения в вузе, должен быть максимально возможным, а это требует учета многих факторов и, в соответствии с ними, выбора индивидуальной стратегии обучения. При этом большая роль отдается системе базовых знаний, от уровня усвоения которых зависит скорость и степень дальнейшей обученности, а значит и профессионализации. Конечно, научить всех на одинаково высоком уровне невозможно, но попытаться увеличить процент действительно знающих специалистов мы просто обязаны.

Таким образом, экономическая задача повышения эффективности подготовки специалистов в вузах является актуальной. Ее решение требует нового подхода в разрезе современного состояния

высшей школы, в связи с чем необходим всесторонний анализ процесса обучения как с точки зрения содержания, так и организации.

Основной проблемой любого профессионального образования является переход от учебно-познавательной деятельности студента к усваиваемой им профессиональной деятельности специалиста. Другими словами, это проблема перехода познавательных мотивов в профессиональные, так как именно мотив является конструирующим признаком деятельности. Данная проблема должна найти свое отражение в содержании обучения, которое проектируется не как учебный предмет, а как предмет учебной деятельности, последовательно трансформируемый в предмет профессиональной деятельности. Одной из причин нарушения такой трансформации является изучение достаточно большого количества дисциплин, никак не связанных между собой методологически. Поэтому возникает проблема разработки идеи перехода от дисциплинарной к системной модели содержания обучения.

В данном случае основой учебного процесса должна стать образовательно-профессиональная программа в целом. Это позволит создать новое поколение междисциплинарных учебных комплексов, которые повлекут за собой понимание и видение в целостном представлении динамически развивающейся модели или структурную схему своей будущей профессиональной деятельности. Что, в свою очередь, выступит в качестве мотивирующего фактора по отношению к изучаемым дисциплинам. Система профессионально-подобных ситуаций позволяет студенту выходить за рамки объективных значений той или иной задачи, соотносить почерпнутую из учебных текстов информацию с профессиональными ситуациями благодаря умению, выработанному в процессе обучения в вузе. Студент использует это в целях осуществления собственных практических действий и поступков, благодаря чему информация превращается в знание, адекватно отражающее профессиональную деятельность.

Из изложенного выше следует, что мы имеем дело с системой, обладающей свойством эквива-

ленции: студент получает возможность увидеть смысл и весомость той или иной изучаемой дисциплины в свете своей будущей профессиональной деятельности, а само представление об этом будущем выступает в качестве фактора, управляющего процессом обучения.

Кроме того, обучение в вузе должно обеспечивать как профессиональное, так и личностное развитие специалиста и быть ориентированным на формирование его творческой индивидуальности.

Для проникновения в суть проблемы необходимо всесторонне рассмотреть современное состояние обучения в высших учебных заведениях, что может служить отправной точкой для поиска связей и закономерностей между компонентами исследуемой системы.

Повышение эффективности и качества педагогических исследований во многом связано с уровнем формализации педагогических знаний и их теоретическим обобщением. При изучении различных сторон учебной деятельности обучаемых педагогика долгое время оперировала в основном качественными методами анализа, что впоследствии явилось базой развития ее теоретических основ. Нарастающая потребность времени в применении методов формализации в педагогических исследованиях ведет к росту требований к точности и полноте описания педагогических явлений и процессов. Это становится возможным в результате взаимопроникновения наук. Однако, как отмечает Б.С. Гершунский в (1), перенос в педагогику методов других наук не должен быть механическим. Только в том случае, если используемые методы будут органически связаны с сущностью исследуемых педагогических явлений, они окажутся поистине эффективными.

Использование теории измерений, адаптированной к педагогике, дает возможность исследователю перейти от нечетких и часто субъективных оценок к математически обоснованным выводам, переводя его тем самым на новый уровень доказательной строгости за счет количественного описания качественных показателей, численного выражения характеристик объекта, использования методов статистического анализа.

Применение квалиметрического подхода, как отмечает Е.В. Яковлев (4), в педагогическом исследовании дает возможность внести необходимую строгость в понимание исходных данных, постановку и решение исследовательских задач, интерпретацию полученных результатов с последующей процедурой прогнозирования. Все это становится возможным в результате подхода, базирующегося

на концептуальных положениях и методах педагогики, теории измерений, теории моделирования и математической статистики

Одно из направлений проведенного авторами анализа подразумевает разработку модели усвоения знаний общего вида (2). Для этого был организован машинный эксперимент на базе эмпирических данных (собранных на основе организации репрезентативных выборок обучаемых, созданных с учетом сочетания случайного и целенаправленного принципов). Наряду с широким спектром исследуемых взаимосвязей между формализованными характеристиками личности и индивидуальными особенностями в усвоении знаний ставился эксперимент, цель которого:

- установить форму связи между показателями начального уровня знаний (выбранного в качестве отправной точки обучения) и итоговой оценкой знаний, умений и навыков, полученных в процессе обучения за данный временной период;
- определить направленность действия этой связи;
- измерить «удельный вес» влияния признака на конечный результат обучения.

Исследование представлено на материале выбора студентов разных специальностей, поступивших в ОГУ в 1999 году. Оно велось с использованием ЭВМ и применением программного комплекса Statistica-5. Сбор данных осуществлялся на основе материалов предмета «Высшая математика».

Эксперимент показал, что значение коэффициента корреляции между отметками входного контроля и экзамена равно 0,64. То есть существует достаточно неплохая средняя валидность и в 64% случаев по входному контролю можно предсказать значение итоговой аттестации. Такой показатель является правдоподобным, так как, с одной стороны, исходные знания (особенно это свойственно для математики) являются отправной точкой для дальнейшего изучения предмета, а с другой стороны, процесс познания-на-столько сложная и открытая система, что нельзя в прогнозах ориентироваться на один-единственный фактор.

Отметим, что полученный нами коэффициент корреляции выше, чем аналогичный коэффициент, полученный ранее как показатель связи между средним баллом учебы студента в институте и средним баллом аттестата о среднем образовании для математических предметов. Кроме того, имеет место слабая связь между сдачей вступительных экзаменов в вуз и успеваемостью студентов при дальнейшем их обучении в институте. Это является лишним подтверждением в пользу выбранного

нами критерия – входного контроля – в качестве отправной точки.

На основе применения кластерного анализа проведено детальное исследование зависимости итогов обучения от входа внутри каждой статистической совокупности по всему выделенному временному диапазону.

Практика показывает, что каждый педагог вполне четко квалифицирует ответы обучаемых и применяет на практике расширенную шкалу отметок, что плохо согласуется с имеющим место требованием стандартизации отметок при их выставлении на экзамене в ведомость, которые использовались в исследовании. Шкала балльных оценок является типичным примером шкалы порядка. Числа 5, 4, 3 и 2, выражающие отношение порядка при измерении знаний обучаемых, выбраны были в свое время из соображения удобства. Неконкретный и малосодержательный характер существующих балльных оценок обусловлен фактическим сужением использования балльной системы в последние годы, т. е. формально шкала четырехбалльная, а фактически даже трехбалльная. Такая ограниченность не удовлетворяет на практике преподавателя, и он расширяет ее за счет введения оценок с «плюсами» и «минусами», делая ее тем самым 10-11-балльной. Очевидна необходимость большего ранжирования уровня знаний студентов в виде соответствующих отметок, введение которых могло бы улучшить эффект дифференциации. При наличии более чувствительных многобалльных шкал возможно получение и более гибких моделей.

В работе (2) проведен анализ компонент, влияющих на успех обучения. С использованием выделенных характеристик построены теоретические модели обучения в общем виде, получившие дальнейшую конкретизацию при машинном эксперименте на статистическом материале, отвечающем всем необходимым требованиям.

Формализация педагогических знаний на языке математики – это математическая модель, отображающая объект исследования в идеальном виде. Подобная абстракция дает несколько неполную информацию об объекте исследования, так как при построении математической модели используются только те его свойства, которые могут быть описаны количественно, и только те связи между свойствами, которые поддаются описанию языком математики. Однако такая информация несет свою факторную нагрузку, причем немалую. Одно только выделение показателей, влияющих на характеристики объекта, позволяет избежать ошибок при

дальнейшем исследовании, не говоря уже о том, что построение математической модели важно для проверки гипотез исследования, так как усиливает доказательство рассуждений.

Отметим, что для активизации профессиональной подготовки и повышения квалификации специалистов необходим качественно новый подход к организации процесса обучения в вузе.

Принцип гибкости требует построения обучения в соответствии с обеспечением возможности приспособления его содержания и путей его усвоения на основе индивидуализации учебного процесса.

В этой связи представляет интерес применение математических моделей в рамках оптимизации управления процессом обучения. Ввиду его чрезвычайной сложности, многочисленности определяющих параметров невозможно выбрать какой-то один-единственный критерий, доведение которого до максимума означало бы успех обучения. Поэтому математические модели, применяемые в педагогике, носят сложный, многоаспектный характер, во многом связанный с вероятностным исходом того или иного действия. Кроме того, это, как правило, открытая система, добавление в которую дополнительных критериев приводит, с одной стороны, к большему ее уточнению, а с другой – к громоздкости и сложности зависимостей, что, в свою очередь, снижает уровень понимания в целом.

Оградить от этого призван принцип необходимой достаточности, применяемый в рамках каждого отдельного исследования и помогающий отбирать лишь те компоненты, которые необходимы в соответствии с его конкретными целями.

В связи с этим любая теория и модель не могут претендовать на всестороннее и исчерпывающее описание и объяснение объекта изучения. Тем не менее, теории и модели, порождаемые различными целями изучения, рассматривающие всевозможные стороны изучаемых объектов, абстрагирующиеся от некоторых свойств, имеющих малый факторный вес в рамках конкретного исследования, имеют право на существование.

Современные тенденции в развитии образования обуславливают поиск новых форм и методов организации учебного процесса.

В учебном процессе выходные показатели системы характеризуются итогами усвоения учебной информации, превращением ее в знания и умением применять их на практике. Превращение же информации в знания требует выбора средств и форм ее выражения, проведения актив-

ной учебной и самостоятельной работы, в соответствии с чем выбираются средства, формы и методы обучения.

Как показывает анализ-опрос студентов первого курса, приблизительно от тридцати до сорока процентов обучающихся в профильных классах в школе в дальнейшем учатся по другому направлению в силу определенных обстоятельств. К тому же, как правило, в большинстве своем «сильные» школьники идут в физико-математические классы вне зависимости от их будущей профессиональной деятельности. Во многих школах дифференциация или слаба, или отсутствует вовсе (например, в сельских школах ввиду малочисленности обучаемых).

Таким образом, в сформированных в вузах группах присутствует существенный разброс в индивидуальных различиях между студентами, обусловленный не только вышеизложенными причинами, но и общим уровнем интеллектуального развития, особенностями структуры психологических свойств, свойств нервной системы и прочим. Исходя из этого, естественно встает вопрос об организации процесса обучения с учетом всех этих различий. При этом за отправную точку в развитии принимается начальное состояние системы.

«Необходимость управлять процессом оптимально, т. е. наилучшим в определенном смысле образом, возникает в системах, характеристики которых меняются во времени под влиянием управлений» (З, с. 86). К такому классу систем относятся и образовательная система.

Существенной особенностью системы управления познавательной деятельностью является то, что она имеет дело с обучаемым (субъектом учения), поведение которого имеет высокую степень неопределенности в «пространстве знаний». При этом основная задача управления заключается в обеспечении оптимальной траектории движения обучаемого к цели. Оптимизируя процесс обучения, необходимо учитывать широкий спектр параметров. При этом выбор характера управляющих воздействий зависит как от целей обучения, так и от ограничений.

Состояние системы может быть в любой момент времени определено вектором (s), который является комбинацией векторов X (уровень начальных знаний, умений и навыков) и G (способность к обучению).

Тогда: $s = \theta(X, G)$, где $0 \leq X \leq X_{\max}$ (является непрерывной или дискретной величиной в зависимости от выбранной шкалы отметок), G является комбинацией векторов, отвечающих за показатели свойств памяти, внимания, мышления.

Так как система изменяется во времени, то ее поведение можно описать последовательностью состояний $s(t) = \theta(X(t), G(t))$. Изменение состояния системы, то есть обучение, может проходить под влиянием управляющих воздействий, состоящих из подачи определенного объема учебного материала (определенной трудности) по предмету (V_p), и регулировки и распределения временного потенциала, отведенного учебным планом на данную дисциплину (T_h). Тогда

$$u = \eta(V_p, T_h); \quad 0 < V_p \leq V_{p \text{ план}}; \quad 0 < T_p \leq T_{p \text{ план}}.$$

где p – некоторая дисциплина в вузе; h – некоторая группа на потоке.

Причем (u) также является функцией времени, т. е.: $u(t) = \eta(V_p(t), T_h(t))$.

Пару функций $v = (s(t), u(t))$ назовем процессом. Модель дискретной управляемой системы имеет вид:

$$s(t+1) = \phi(t, s(t), u(t)),$$

где $t = 0, 1, \dots, T-1$.

Так как в начальный момент $t = 0$ состояние $s(0) = s_0$ известно, то $s(1) = f(0, s_0, u(0))$. Продолжая этот процесс, через T шагов получим последнее искомое значение $s(T)$.

Для задач оптимизации многошаговых процессов в дискретных системах функционал имеет вид:

$$F(\bar{v}) = \sum_{t=0}^T \phi^0(t, s(t), u(t)) + F(s(T)).$$

Тогда необходимо определить оптимальный процесс $\bar{v} = (\bar{s}(t), \bar{u}(t))$, чтобы $F(\bar{v}) \rightarrow \max F(v)$.

На основе созданного экономико-математического инструментария разработаны эвристический алгоритм и методика организации обучения студенческих групп.

Обучение по траектории, максимально близкой к возможностям обучаемого, повышает самооценку личности, снимает закомплексованность и, как следствие, вызывает рост оценки личности в глазах других, что также способствует увеличению мотивации учения.

Кроме того, в качестве мотивирующего фактора по отношению к изучаемым дисциплинам может служить создание нового поколения междисциплинарных учебных комплексов, которые повлекут за собой понимание и видение в целостном представлении динамически развивающейся модели или структурной схемы своей будущей профессиональной деятельности. Что, в свою очередь, выступит в качестве мотивирующего фактора по отношению к изучаемым дисциплинам. Система профессионально-подобных ситуаций позволяет студенту (в имитационных моделях) выходить за рамки объективных значений той или иной за-

дачи, соотносить почерпнутую из учебных текстов информацию с профессиональными ситуациями, благодаря умению, выработанному в процессе обучения в вузе. Студент использует это в целях осуществления собственных практических действий и поступков, благодаря чему информация превращается в знание, адекватно отражающее профессиональную деятельность. Отметим, что обучение в вузе должно обеспечивать как профессиональное, так и личностное развитие специалиста и быть ориентированным на формирование его творческой индивидуальности.

В связи с развивающейся в XX веке концепцией антропологической направленности развития общества все большее значение приобретает личностный подход к обучению, так как он позволяет максимально раскрыть всю неповторимую совокупность индивидуальных особенностей обучающегося, что способствует в дальнейшем его самореализации с наибольшим эффектом.

Ориентация на способности и склонности студента, на уровень его начальной подготовки, стремление научить его самостоятельно собирать информацию, анализировать ее и применять на практике

требуют от высшей школы неординарного, творческого подхода к работе. В этой связи возникает необходимость пересмотра содержания образования, форм и методов обучения, обеспечивающих наиболее эффективное усвоение материала и на этой основе составление принципиально новых программ, учитывающих индивидуальные особенности студентов.

В заключение отметим, что эффективным педагогический процесс будет при условии, если сам обучающийся максимально активен, а преподаватель вооружен необходимой информацией как диагностического, так и прогностического характера и строит процесс с учетом дифференциации, используя качественный вспомогательный инструментарий в виде различного рода математических моделей и программных продуктов. Совокупность теоретических, методических и практических разработок по совершенствованию организации учебного процесса в системе высшего образования с учетом его многоуровневого и многоаспектного характера является основой для последующего построения обучения с возможностью оценки его эффективности и применением информационных технологий.

Список использованной литературы:

1. Гершунский Б.С. Педагогическая прогностика: Методология, теория, практика. – Киев: Вища школа, 1986. – 200 с.
2. Дегтярева Т.Д., Спешилова Н.В. Автоматизированные информационные технологии в высших учебных заведениях. – Оренбург: ОГАУ, 2001. – 213 с.
3. Основы теории оптимального управления. / Под ред. Кротова В.Ф. – М.: Высш. школа, 1990. – 430 с.
4. Яковлев Е.В. Квалиметрический подход в педагогическом исследовании: новое видение // Педагогика, 1999, №3. – С. 49 – 54.