

ционирования так и структура самого учебного материала (содержание обучения);

- определяются те места в содержании или в методике обучения, которые вызывают затруднения;
- проектируется новая структура учебной системы в соответствии с критериями оптимальности;

Ряд ученых рассматривает алгоритмизацию не только той части обучения, которая направлена на усвоение предметных основ, но и отождествляют последнюю с творчеством. Таким образом, популярность идей алгоритмизации растет. Одним из преимуществ алгоритмизации (технологизации) обучения является возможность формализации и модельного представления этого процесса.

Таким образом, в основу проектирования учебного процесса можно положить одну фундаментальную идею: *проектирование учебной деятельности является формальным процессом, который можно изучать и совершенствовать.*

Телепова Т.П.

НЕКОТОРЫЕ ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ СТРУКТУРЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В настоящее время в различных сферах практической деятельности приходится сталкиваться с понятиями больших или сложных систем: технических, экономических, социальных и других, которые стали предметом изучения, проектирования и управления. Развивались соответствующие методы анализа и синтеза сложных систем. В основе исследования систем, их свойств, с целью устранения возникающих проблем или как минимум выяснения их причин, лежит системный анализ.

Системность была методом любой науки. Однако для нас представляет особый интерес развитие системных представлений в применении к обучению.

Проблема управления обучением существовала всегда. Умение проектировать учебную деятельность, предвидеть, прогнозировать траекторию ее развития, принимать решения по управлению, несомненно, сказывается на эффективности обучения. Но одного только опыта, интуиции преподавателя не достаточно. Необходимо владение методами анализа свойств и характеристик учебного процесса с целью определения «слабых» мест, как в методике преподавания, так и в самой структуре учебной деятельности.

Именно учебная деятельность в рамках одной дисциплины рассматривается нами как подсистема системы образовательного процесса.

Отметим обязательные признаки системности: *структурированность, взаимосвязанность составляющих ее частей и подчиненность организации всей системы определенной цели*. По отношению к человеческой деятельности, куда относится и процесс обучения, эти признаки очевидны. Во всяком действии достаточно просто увидеть его составные части, причем эти составные части, как правило, выполняются в определенной последовательности, т.е. подчиняются цели, а это и есть признаки системности.

Сложность – как основное свойство системы, характеризует систему, как с точки зрения структуры, так и с точки зрения динамики ее развития. Прилагательное «сложный», несомненно, является наиболее часто употребляемым в системном анализе. Нельзя говорить о сложности системы в каком-то одном единственном значении этого понятия. Система может быть сложной в одном смысле и «простой» в другом.

Некоторые специалисты теории больших или сложных систем считают, что единственным определяющим фактором при решении вопроса о сложности системы является ее иерархическая организация. Это утверждение скорее относится к техническим системам, в которых роль человека минимальна и функционирование каждого элементарного объекта, полученного в результате декомпозиции, определяется одной закономерностью.

В нашем случае исследуется система, в которой наличие человека является основной чертой.

Если лекция, как форма обучения, с точки зрения системности является сложной по структуре содержания (имеется в виду сложность лекционного материала), но достаточно простой в управлении, потому что минимально взаимодействие между участниками данного действия, то практические, либо лабораторные занятия сложны с точки зрения взаимодействия участников и управления данным процессом.

Ввиду этого учебную деятельность как социальную систему можно охарактеризовать с точки зрения понятия сложности:

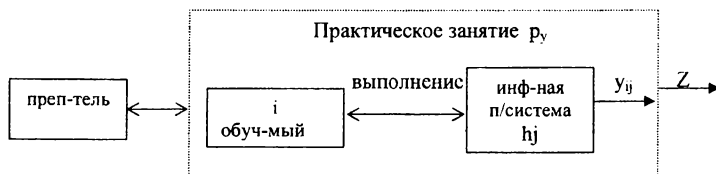
- наличием сложной по структуре информационной подсистемы (теоретический материал, методические указания, задания), которая подвергается изменению с целью повышения эффективности обучения. Необходимость иерархической организации информационной подсистемы вытекает из требований, предъявляемых к обработке данных и контролю обучения в таких системах.

- наличием сложной системы взаимодействия участников данной

деятельности и в результате этого - динамическая сложность системы, т.е. трудность наглядного объяснения и предсказания траекторий движущейся системы.

Построение модели исследуемой системы является отправной точкой любой задачи системного анализа. Для этого необходимо произвести декомпозицию системы, выполнить анализ ее компонентов (идентифицировать систему), выявить взаимосвязи между отдельными элементами модели системы.

Рассмотрим систему управления учебной деятельностью в рамках одной дисциплины. В качестве формы представления деятельности выступают практические занятия, которые, как было сказано ранее, являются сложными как по структуре содержания, так и по управлению. Поэтому есть смысл проводить их анализ с конечной целью повышения эффективности обучения. Общая структура данной системы представлена на рис. 1.



Взаимодействие с другими учебными деятельностями, можно свести к минимуму и рассматривать данную систему в период ее функционирования как закрытую.

Одним из важных этапов изучения системы является построение *математической модели*, которая позволяет выделить наиболее существенные ее характеристики, более наглядной становится взаимосвязь между различными ее параметрами. Однако используемые для описания технических и физических систем дифференциальные уравнения, не подходят для описания нашей системы, которая относится к социосистемам и в которой трудно описать внутренние процессы в силу их вероятностного характера. Поэтому математическая модель на данном этапе будет представлять собой обобщенную форму. Такая математическая модель носит название внешнего описания системы.

Учебная деятельность состоит из множества подсистем практических занятий, каждому из которых соответствует изучаемая тема дисциплины:

$$p_y \in \{P\} \quad y=1, n;$$

Включает иерархически организованную информационную систему, ко-

торая состоит из следующих элементов:

$h_j \in \{H\} \quad j=1, m$; - множество заданий и методических указаний по их выполнению;

Элемент системы «обучаемый» характеризуется рядом независимых величин x_i , которые являются индивидуальными для каждого i участника:

$x_i \in \{X\}, \quad i=1, k$;

Они-то и вносят в исследуемую систему фактор неопределенности: разные участники, выполняющие одни и те же виды работ, будут иметь различные результаты. Сказывается наличие разного уровня полученных знаний, способности к обучению, психологическое состояние конкретного человека и прочее. И при решении задачи выбора метода управления занятиями эти факторы следует учитывать.

Контроль – как средство наблюдения за динамикой развития учебной системы выполняются в определенные моменты времени, при этом система переходит из одного состояния в другое, т.е. движется в пространстве состояний, которое определяется множеством оценок, получаемых участниками при выполнении заданий:

$y_{ij} \in \{Y\} \quad i=1, k, \quad j=1, m$;

В силу существующих неопределенностей (индивидуальных характеристик участников), невозможно заранее точно предугадать в каком состоянии окажется система в следующий дискретный момент. Однако опыт проведения предыдущих занятий позволяет педагогу прогнозировать с определенной долей вероятности то или иное состояние системы в конечной точке её развития. Но для этого требуется время, накопление результатов предыдущих занятий, их анализ. Мониторинг учебной деятельности является основополагающим при анализе учебных ситуаций и принятии решений.

Основываясь на точке зрения, которое используется в системном анализе: целое определяется свойствами его составляющих, можно сказать, что чем ниже оценка, получаемая за выполняемые задания i -м участником, тем ниже эффективность всей системы. В данном случае выставляемые оценки служат критериями функционирования подсистем.

Однако не надо забывать и о другой точке зрения на свойство системы, согласно которой важность целого превышает важности его составляющих. Поэтому, несмотря на низкую эффективность выполнения заданий отдельными участниками действия, в целом учебная система может оставаться устойчивой и эффективной. Отсюда, с точки зрения общей эффективности выгоднее да, пожалуй, и легче обучать группы, в которых обучаемые имеют разный уровень способности, чем делить их по данному признаку и иметь высокую эф-

фektivность обучения в одной и низкой – в другой.

И, конечно же, эффективность обучения, как выходной параметр системы, Z не может определяться простым сложением всех оценок полученных участниками. В любом случае нельзя считать анализ законченным без тщательного исследования неопределенностей, присущих системе:

$$Z = F(P, H, X, Y);$$

Таким образом, мы провели самую общую идентификацию нашей системы с точки зрения наиболее существенных ее характеристик, не касаясь вопроса ее управления, но теория систем не достигла бы современного уровня развития, если бы не стремление *управлять* наблюдаемыми явлениями и не уверенность, что такое управление возможно.

«Кибернетический» или управленческий подход неизбежно приводит к изменению входов системы в зависимости от наблюдаемых выходов (обратное преобразование). При этом преследуется цель превратить некоторую первоначально независимую переменную в частично зависимую так, чтобы поведение системы приближалось к некоторой стандартной, или желаемой траектории.

С точки зрения управления такой системой можно отметить два уровня - внутреннего (локального) по принятию решений для выполнения заданий конкретным участником и основного по принятию решений для управления системой в целом с целью оптимизации, как методики обучения, так и содержания учебного материала. Данную роль выполняет педагог на основе анализа *учебных ситуаций*, на основе выбираемых заранее сформированных критериев эффективности, а также с учетом соображений неформального характера (накопленного опыта педагога).

Таким образом, рассмотренную учебную деятельность можно охарактеризовать как социальную, информационную, закрытую, стохастическую (имеющую неопределенности), дискретную систему.

Как было отмечено выше, исследуемая система трудно поддается точному математическому описанию. Особенностью постановок задач для исследования данной системы является необходимость применения эвристических методов, основанных на интуиции исследователя, его опыте в решении задач подобного рода. Однако даже в отсутствии очевидных динамических уравнений оказывается возможным построить содержательное математическое описание изучаемой системы.

Пожалуй, лучше всего начать изложение материала с рассмотрения некоторых модельных ситуаций, или так называемых *типичных системных задач*. При этом необходимо помнить, что не существует единственной мо-

дели данной системы. Существует множество моделей, каждая из которых пригодна для изучения определенного класса вопросов, связанных со структурой и функционированием системы и достижения определенной цели исследования.

Выяснив в ходе проведения практических занятий, что выполнение определенных заданий представляет трудность, можно рассмотреть следующую задачу анализа: *определение степени сложности усвоения алгоритма решения*. Под сложностью необходимо понимать отношение между задачей и участником, поскольку понятие задачи в дидактике относительно к решающему является не конструктивным. Пусть множество участников и множество заданий состоит из следующих элементов:

$H = h_1, h_2, h_3, h_4, h_5$, множество участников,

$K = k_1, k_2, k_3, k_4, k_5$, множество заданий.

Определим отношение между множествами H и K следующим образом: если участник выполняет задание правильно, то значение равно 1, в противном случае - 0 и строим так называемую матрицу инцидентий:

	k1	k2	k3	k4	k5
h1	1	1	1	1	1
h2	1	0	0	0	1
h3	1	0	1	0	0
h4	1	0	1	0	1
h5	1	0	1	0	1

Анализируя матрицу можно определить те алгоритмы решений, которые являются наиболее трудными для понимания. В нашем случае это k_2, k_4 . Надо отметить, что цель данного исследования достаточно проста и не затрагивает условий, от которых зависит доступность того или иного учебного материала: от уровня развития учащихся, от *применения методов обучения*, способствующих сознательному усвоению материала. Мы только ответили на вопрос: сложный алгоритм решения или нет.

Степень сложности задания, определенная в предыдущей задаче лишь частично характеризует его. Нет однозначных методов определения точной количественной характеристики сложности. Невозможно сказать во сколько раз одна задача труднее другой.

Для оценки сложности типовых задач (математических, физических и пр.) имеет смысл построение моделей решения в виде так называемых структурных формул, включающих в себя как формулировку понятий, используемые для решения, так и последовательность их преобразований для нахождения конечного результата. Но на наш взгляд такая форма представ-

ления структуры задачи не четко отражает логическую последовательность ее решения, что является важным для усвоения самого процесса решения.

В теории систем автоматического управления при проектировании технологических процессов используют графы состояний, которые отражают временные последовательности переходов из одного состояния в другое при смене технологических параметров узлов объектов управления.

Для анализа структуры алгоритмов, с целью выявления параметров, влияющих на трудность их усвоения целесообразно составить подобный *граф операций*, который бы детально описывал последовательность рассуждений, необходимую для правильного выполнения задания. При этом фактически, происходит детальная реализация алгоритма, который изначально как условие задачи задан в виде блок – схемы или в словесной форме в более свернутом виде.

Например, алгоритм сложения двузначных чисел включает в себя понятие дополнительного машинного кода чисел. В исходном алгоритме условие перевода числа в дополнительный звучит так: «Необходимо перевести двоичное число А в дополнительный машинный код». При решении логика рассуждений будет выглядеть следующим образом: если двоичное число А отрицательное, то необходимо в знаковом разряде прямого кода числа поставить единицу, проинвертировать (заменить на противоположные значения) числовые разряды числа и прибавить 1 к младшему разряду. Если двоичное число А положительное, то дополнительный код совпадает с прямым и ничего не надо делать. Эта детальная процедура представлена операциями f2-f6 для числа А и f8-f12 для числа В.

Надо заметить, что в графе операций не все понятия нужно максимально детализировать. Это зависит от уровня их усвоения. Чем раньше понятие было изучено, тем больше его свернутость.

Пример графа операций, реализующий алгоритм сложения чисел в дополнительном машинном коде в форме с фиксированной точкой представлен на рис. 2.

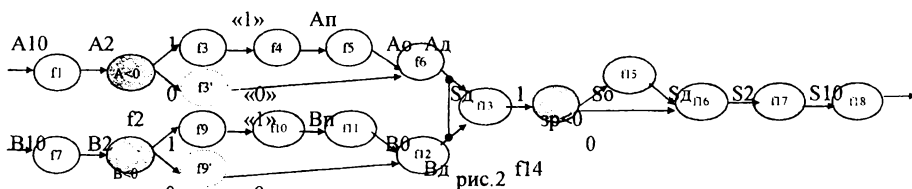


рис.2 f14

Алгоритм моделируется продвижением по направлению стрелок. Каждый кружок – операция или несколько операций, реализующих одно понятие. Ребра помечаются результатами выполнения операций.

Ребра, входящие в одну вершину или выходящие из вершины, нахо-

дятся либо в отношении конъюнктивности, либо альтернативности. На рисунке конъюнктивные ребра соединяются одно с другим линией, т.е. для выполнения операции $f13$ необходимо, чтобы были выполнены операции $f6$ и $f12$.

Так как алгоритмические задачи характеризуются наличием условных операций, на рисунке это операции $f2$, $f8$ и $f14$, то переход происходит только по одному ребру в соответствии с результатом выполненного условия. Говорят, что данные ребра находятся в отношении альтернативности. При этом выходные значения на альтернативных ребрах равны либо 1 (если условие выполняется), либо 0 (если условие не выполняется).

Выходную функцию, определяющую правильность выполнения алгоритма можно представить в виде логического выражения:

$$Y = a_1 * a_2 \dots * a_n, \text{ где } n - \text{ число выполненных операций};$$

При этом по условию конъюнкции алгебры логики, если хотя бы одна переменная равна «0», алгоритм в целом считается неправильно реализованным.

Таким образом, построив графы операций нескольких алгоритмических задач, проанализировав их структуру с точки зрения количества входящих в них операций, классифицировав эти операции по различным признакам и выстроив алгоритмы решения в соответствии с классификацией и уровнем сложности (который мы определили практическим путем), можно найти те параметры, которые влияют на сложность усвоения. Предположительно можно сказать, что сложность усвоения алгоритма в первую очередь зависит от наличия логических операций, а так же от количества операций, различающихся по действию.

Построение и анализ моделей содержания учебной деятельности является основой для постановки более сложных задач, которые возникают в данной социосистеме: задачи оптимизации, управления и принятия решений.

Решение проблемы оптимизации практических занятий в целом так же не возможно без тщательного анализа их структуры. Часто оказывается, что заранее запланированные задачи не успевают решить на занятии, отсюда снижение эффективности обучения. Можно, исходя из предыдущего опыта проведения занятий, на основе построения их моделей рассчитать среднюю трудоемкость одного практического занятия. Под трудоемкостью понимается число операций, выполняемых за занятие. Опять же мы не рассматриваем трудоемкость отдельного ученика, а отталкиваемся от общей средней трудоемкости. При решении задачи оптимизации практических занятий, происходит моделирование новых структур задач, например, свертывание части

операций графов, если алгоритм слишком сложен для понимания. При этом следует рассматривать структуру занятий в комплексе, что бы оптимальным образом расставить задания по занятиям.

В данной статье мы не рассматриваем детальный анализ структуры учебной деятельности. Основное внимание уделяется не столько непосредственному математическому аппарату, сколько методам моделирования содержания, не касаясь вопросов управления и оптимизации поведения таких систем. Между тем практика показывает, что центральной в теории систем становится проблема принятия решений именно в системах социальной направленности. И задача оптимизации именно структуры содержания учебной деятельности является основополагающей при решении вопросов управления поведением такой системы.

Библиографический список

1. Антонов А.В. Системный анализ. Учеб. для вузов.- М.: Высш. шк., 2004.- 454 с.: ил.
2. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: Учеб. для вузов – М.: Высш. шк., 2001. – 343 с.: ил.
3. Касти Дж. Большие системы. Связность, сложность и катастрофы: Пер. с англ. – М.: Мир, 1982, - 216 с.: ил.
4. Юдицкий С.А., Тагаевская А.А., Ефремова Т.К. Проектирование дискретных систем автоматики. – М.: Машиностроение, 1980. – 232 с., ил.

И.А.Ридингер

К ВОПРОСУ О ПРЕЕМСТВЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ ИНФОРМАТИКЕ

Повсеместное внедрение персонального компьютера во все сферы народного хозяйства, новые его возможности по организации "дружественной" программной среды, ориентированной на пользователя, использование телекоммуникационной связи, обеспечивающей новые условия для совместной работы специалистов, применение информационных технологий для самой разнообразной деятельности, постоянно растущая потребность в специалистах, способных ее осуществлять, ставят перед государством проблему по пересмотру всей системы подготовки на современных технологических принципах.