

Бояринов Дмитрий Анатольевич
ФГБОУ ВПО «Смоленский государственный университет»
Россия, Смоленск
Доцент кафедры информатики
Кандидат педагогических наук
E-Mail: dmboyarinov@mail.ru

Метод последовательного приближения к заданным целям обучения в рамках информационного образовательного пространства личностного развития учащихся

Аннотация. В статье рассматривается реализация одной из центральных технологий построения информационного образовательного пространства личностного развития учащихся – технологии формального моделирования. В качестве языка формального моделирования используется теория графов (семантических сетей). Излагаются методы построения графовой модели учебного материала по данной теме и индивидуализированной графовой модели, отражающей индивидуальные особенности конкретного учащегося. В качестве основы для оптимального отбора учебных заданий предлагается система базисных задач по данной теме. На предложенных моделях строится индивидуализированная методика достижения заданных результатов обучения, в ходе реализации которой учебные задания отбираются с учётом индивидуальных особенностей учащегося и его образовательного запроса. Раскрывается содержание всех четырёх шагов метода последовательного приближения к заданным целям обучения.

Ключевые слова: личностно ориентированное обучение; учет индивидуальных особенностей; информационное образовательное пространство; формализация; формальные модели; семантические сети; графовая модель; базисные задачи; индивидуальная траектория обучения; обучение решению задач; алгоритмы обучения.

Информационное образовательное пространство личностного развития учащихся представляет собой одну из возможных форм построения педагогического процесса на основе идей личностно ориентированного обучения [2]. Реализация идей личностно ориентированного обучения в рамках обучающих систем предполагает создание определенных алгоритмов, описывающих функционирование таких систем. В свою очередь необходимым условием создания таких алгоритмов является формализация содержания той предметной области, в которой должна функционировать такая система. Соответственно одной из центральных технологий построения информационного образовательного пространства личностного развития учащихся является технология формального моделирования [2, 4].

Под формализацией понимается представление какой-либо содержательной области (рассуждений, доказательств, процедур классификации, поиска информации, научных теорий) в виде формальной системы. Формализация предполагает усиление роли формальной логики как основания теоретических наук и соответствующее снижение роли интуитивных составляющих рассуждения.

Средством формализации выступает моделирование. Под моделированием в соответствии с [1] будем понимать исследование объектов познания по их моделям, построение и изучение моделей реально существующих предметов, явлений и объектов. Применительно к задаче формализации содержательной области педагогики речь идет о знаковом моделировании, а точнее, о его виде – математическом моделировании. Моделями служат знаковые образования какого-либо вида: схемы, графики, формулы, графы, слова и предложения в некотором алфавите (естественного или искусственного языка). При математическом моделировании знаковые образования и их элементы всегда рассматриваются вместе с определенными преобразованиями, операциями над ними.

Под моделью в соответствии с [7] будем понимать такую мыслимую, представляемую или материально реализованную систему, которая, отображая или воспроизводя значимые для целей моделирования особенности объекта исследования, способна замещать его так, что ее изучение дает нам новую информацию об этом объекте.

Математическая модель представляет собой приближенное описание какого-либо класса явлений внешнего мира, выраженное с помощью средств определённой математической теории. Укажем основные этапы математического моделирования, т.е. изучения явления с помощью математической модели [1]:

1. Выявление основных объектов модели и формулирование законов, связывающих основные объекты модели. Эта стадия завершается записью в математических терминах сформулированных качественных представлений о связях между объектами модели.

2. Исследование математических задач, к которым приводят математические модели. Основное содержание данного этапа – решение прямой задачи, т.е. получение в результате анализа модели выходных данных (теоретических следствий) для дальнейшего их сопоставления с результатами наблюдений изучаемых явлений. Часто математические задачи, возникающие на основе математических моделей различных явлений, бывают одинаковыми (например, основная задача линейного программирования отражает ситуации различной природы; в графовых моделях задачи отыскания наименьшего покрытия кругами данного радиуса, нахождения кратчайшего пути и многие другие допускают различные интерпретации в различных предметных областях). Это позволяет рассматривать такие типичные математические задачи сами по себе, абстрагируясь от изучаемых объектов и явлений. Соответственно, найденные методы решения этих задач впоследствии находят применение в математических моделях различных предметных областей.

3. Выяснение того, удовлетворяет ли принятая гипотетическая модель критерию практики, т.е. выяснение вопроса о том, согласуются ли результаты наблюдений с теоретическими следствиями модели в пределах точности наблюдений.

4. Последующий анализ (и, при необходимости, коррекция) модели в связи с накоплением данных об изучаемых явлениях и модернизация модели.

В качестве модели предметной области нами выбрана семантическая сеть (графовая модель). Основные причины такого выбора – сформировавшаяся в педагогике традиция представления предметной области в виде графа [3], наличие в теории графов понятий и алгоритмов, позволяющих относительно просто и эффективно решать некоторые задачи из области педагогики.

В целом к настоящему моменту в педагогике существует достаточно развитая система построения графовых моделей теоретического материала по данной теме. Основная идея, лежащая в основе построения семантической сети: вершинам графа сопоставлены понятия (объекты, события, процессы), а дугам – отношения на множестве понятий.

Для построения модели требуется [5]:

1. Разобрать математическое содержание отобранного материала.
2. Разбить материал на логически завершённые и самостоятельные части.
3. Выявить логические связи частей.
4. Выделить в тексте структурные элементы (определения, утверждения, алгоритмы, иллюстрации и т.п.) – элементы знания по данной теме.
5. Изучить характер логических обоснований различных частей.
6. Соотнести практические упражнения с выделенными в пункте 2 частями.

На графовой модели вершины графа соответствуют элементам знания по данной теме, дуги – причинно-следственным связям между двумя элементами знания. Под элементами знания нами понимается все понятия, определения, алгоритмы, формулы, аксиомы, теоремы, которые в совокупности образуют основу теоретического материала по данной теме [4]. Граф является ориентированным в силу специфики причинно-следственных связей.

Полученная таким образом графовая модель теоретического материала может быть видоизменена таким образом, чтобы фиксировать индивидуальные особенности и запросы конкретного учащегося. С этой целью мы предлагаем адаптировать графовую модель учебного материала по данной теме применительно к конкретному обучающемуся [4]. Для этого дугам графа приписываются веса, характеризующие степень усвоения данного материала (в общем случае степень усвоения – число из отрезка $[0; 1]$, где 0 соответствует полному отсутствию знакомства с материалом, 1 соответствует полному усвоению). Такую графовую модель мы называем индивидуализированной графовой моделью.

Такие графовые модели являются инструментом формального описания теоретического материала, систем задач по данной теме и текущего уровня знаний, умений и навыков учащегося. Эффективное использование этих моделей в рамках информационного образовательного пространства личностного развития учащихся предполагает наличие соответствующих методов. Рассмотрим в качестве примера проблему обучения решению задач.

За основу формулировки результатов обучения естественно взять существующие критерии обученности решению задач. Как уже отмечалось [6], показателем усвоения приема деятельности является способность к их переносу, то есть использованию учащимся приемов

деятельности в новых ситуациях. Эта способность должна подтверждаться в процессе решения любых задач по данной теме.

При таком подходе результаты обучения решению задач по данной теме должны формулироваться в следующем виде: «после изучения учебного материала по данной теме учащийся должен продемонстрировать способность решать любую задачу по данной теме с вероятностью не ниже заданного значения K ». Константа K может, в частности, задаваться самим обучаемым, чем обеспечивается учёт его образовательных запросов. Формализованное подтверждение факта достижения учащимся результатов обучения в этом случае будет обеспечиваться использованием индивидуализированной графовой модели, построенного для этой модели инварианта «вектор надёжности графа» [4] и соответствующим анализом этого инварианта. В случае, если все полученные значения координат вектора надёжности не меньше заданного значения константы K , то делается вывод о достижении заданных результатов обучения. Если среди значений координат вектора надёжности есть значения, меньшие заданного значения K , то делается вывод о том, что результаты не достигнуты. При этом знание о том, для каких именно вершин координаты вектора надёжности имеют недостаточное значение, является основанием для определения того, связь между какими именно элементами знания усвоена учащимся недостаточно и соответственно разработки системы задач для повторной отработки связи между этими элементами знания. Таким образом, можно для данного учащегося на основе как его образовательного запроса так и его индивидуальных особенностей подобрать оптимальную систему учебных заданий по данной теме.

Для обеспечения оптимальности формируемой системы задач мы предлагаем использовать систему базисных задач. Системой базисных задач по данной теме будем называть любую систему задач, отвечающую следующим требованиям [4]:

1. Полнота. В соответствии с этим требованием система базисных задач должна обеспечивать отработку всех умений и навыков, которыми должны овладеть учащиеся по завершении изучения данной темы. Заметим, что первому требованию безусловно удовлетворяет одна задача, включающая в себя все элементы знания по данной теме (очевидно, что для любой темы, например, школьного курса математики, такую задачу можно составить), однако реальное использование такой задачи в процессе обучения невозможно в силу громоздкости ее структуры и «сложности» для учащихся. В силу этого необходимо ввести требование, накладывающее ограничение на «сложность» задачи; назовем такое требование требованием «простоты».

2. Простота каждой задачи системы.

3. Минимальность. В соответствии с этим требованием системой базисных задач назовем такую систему из всех систем, удовлетворяющих первому и второму требованиям, которая содержит наименьшее количество задач.

Опираясь на индивидуализированную графовую модель, инвариант «вектор надёжности графа» [4] и понятие системы базисных задач, можно предложить индивидуализированную методику достижения результатов обучения, заданных константой K , в ходе реализации которой учебные задания отбираются с учётом индивидуальных особенностей учащегося и его образовательного запроса. Далее излагается алгоритм, лежащий в основе этой методики.

Метод последовательного приближения

Используется индивидуализированная графовая модель. Начальные условия: результаты обучения заданы константой K , имеется заведомо избыточный с точки зрения достижения требуемых результатов обучения набор учебных заданий по данной теме (гарантировать наличие такого набора задач при любых, сколь угодно высоких требованиях к результатам обучения, можно всегда в силу количества задач по любой теме, накопленных в методике преподавания математики, скажем, за последние 100 лет – в силу этого замечания предложенные начальные условия отражают наиболее общий случай). Требуется обеспечить достижение данным учащимся заданных результатов обучения при решении минимального возможного числа задач.

С точки зрения внутренней структуры процесс последовательного приближения к заданному результату обучения представляет собой последовательность действий, состоящую из четырёх основных шагов:

1. Учащийся тестируется на знание материала – проверяется усвоение связей между всеми парами элементов знания, на модели материала по данной теме связанных общей дугой. Степень усвоения выражается числом из отрезка $[0; 1]$. Это число приписывается соответствующему ребру, за счёт чего строится индивидуализированная графовая модель.

2. Строится вектор надежности полученной индивидуализированной графовой модели. Анализируются значения координат вектора надежности. В случае, если все значения координат не меньше заданного значения константы K , то делается вывод о достижении заданных результатов обучения и работа алгоритма останавливается. Если среди значений координат вектора надежности есть значения, меньшие заданного значения K , то необходимо продолжение работы – переход к шагу 3.

3. Определяются базисные вершины индивидуализированной графовой модели [4]. Основываясь на знании базисных вершин, строится система базисных задач по данной теме. Полученная система базисных задач используется как основа для дальнейшей работы с учащимся в рамках информационного образовательного пространства личностного развития учащихся. Заметим, что при каждой новой итерации третьего шага будет создаваться новая система базисных задач, не тождественная предыдущей, т.к. индивидуализированная графовая модель при каждом повторении второго шага будет видоизменяться – будут изменяться (возрастать) веса дуг в нем, а, значит, будут модифицироваться и наборы базисных вершин.

4. Возвращение к шагу 1.

Мы показали, что использование графовой моделирования, как технологии создания информационного образовательного пространства личностного развития учащихся, позволяет обеспечить учёт личностного образовательного запроса (в форме требований, предъявляемых учащимся к уровню владения материалом) и уровня знаний учащегося по данной теме, строить на базе этих исходных данных оптимальные индивидуальные системы учебных заданий. Таким образом, предложенные нами подходы к формальному моделированию в рамках информационного образовательного пространства личностного развития учащихся обладают определённым потенциалом в решении актуальных педагогических проблем в свете идей личностно ориентированного обучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бешенков С., Ракитина Е. Моделирование и формализация: Методическое пособие. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. – 336 с.
2. Бояринов Д.А., Информационное образовательное пространство личностного развития учащихся: монография / Д.А. Бояринов. – Смоленск, 2014. – 144 с.
3. Грушевский С.П., Архипова А.И. Проектирование учебно-информационных комплексов: Учебная монография. – Краснодар, 2000. – 70 с.
4. Емельченков Е.П., Бояринов Д.А., Козлов С.В. Информационное образовательное пространство: модели и технологии: монография / Е.П. Емельченков, Д.А. Бояринов, С.В. Козлов и др.. – Смоленск, 2010. – 215 с.
5. Зильберберг Н.И. Урок математики: Подготовка и проведение: Кн. для учителя. – М.: Просвещение; АО «Учебная литература», 1966. – 176 с.
6. Крутецкий В.А. Психология математических способностей школьников. - М.: Просвещение, 1968. – 432 с.
7. Штофф В.А. Моделирование и философия. – М.-Л.: Наука, 1966. – 301 с.

Dmitry Boyarinov
Smolensk state university
Russia, Smolensk
E-Mail: dmboyarinov@mail.ru

The method of consecutive approach to the specified purposes of education within the limits of informational educational space of students' personal development

Abstract. The article is devoted to one of the main technologies of creating informational educational space of students' personal development – the technology of formal modeling. The graph theory (semantic networks) is used as the language of formal modeling. The methods of the graph model construction of educational material on this theme and the individualized graph model, reflecting the individual characteristics of a particular student, are described. The system of the basic problems on the theme is given as the main principle of the optimal choice of educational tasks. According to the given models an individualized method of achieving the specified educational purposes is made. In the process of its realization the educational problems are chosen taking into consideration the students' individual peculiarities and their academic needs. The content of all the four stages of the method of consecutive approach to the specified purposes of education is described.

Keywords: learner-centered education; consideration of individual peculiarities; informational educational space; formalization; formal models; semantic networks; graph model; basic objectives; individual educational path; teaching how to solve problems; learning algorithms.

REFERENCES

1. Beshenkov S., Rakitina E. Modelirovanie i formalizatsiya: Metodicheskoe posobie. – M.: Laboratoriya Bazovykh Znaniy, 2002. – 336 s.
2. Boyarinov D.A., Informatsionnoe obrazovatel'noe prostranstvo lichnostnogo razvitiya uchashchikhsya: monografiya / D.A. Boyarinov. – Smolensk, 2014. – 144 s.
3. Grushevskiy S.P., Arkhipova A.I. Proektirovanie uchebno-informatsionnykh kompleksov: Uchebnaya monografiya. – Krasnodar, 2000. – 70 s.
4. Emel'chenkov E.P., Boyarinov D.A., Kozlov S.V. Informatsionnoe obrazovatel'noe prostranstvo: modeli i tekhnologii: monografiya / E.P. Emel'chenkov, D.A. Boyarinov, S.V. Kozlov i dr.. – Smolensk, 2010. – 215 s.
5. Zil'berberg N.I. Urok matematiki: Podgotovka i provedenie: Kn. dlya uchitelya. – M.: Prosveshchenie; AO «Uchebnaya literatura», 1966. – 176 s.
6. Krutetskiy V.A. Psikhologiya matematicheskikh sposobnostey shkol'nikov. - M.: Prosveshchenie, 1968. – 432 s.
7. Shtoff V.A. Modelirovanie i filosofiya. – M.-L.: Nauka, 1966. – 301 s.