

РАЗВИТИЕ АЛГОРИТМИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ПРИ ИНТЕГРИРОВАННОМ ИЗУЧЕНИИ ДИСКРЕТНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ СТУДЕНТАМИ КОЛЛЕДЖА

© 2014

М.В. Кондурар, аспирант*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

Ключевые слова: дискретная математика; алгоритм; алгоритмическая компетентность; формирование и развитие интеллектуальной компетентности.

Аннотация: В работе описывается процесс формирования и развития алгоритмической компетентности при интегрированном изучении дисциплин, использующем программную реализацию алгоритмов дискретной математики в качестве метода в среднем профессиональном образовании ИТ-специалистов.

Дискретная математика – область математики, занимающаяся изучением свойств структур дискретного типа. Дискретная математика имеет свои методы исследования, специфика которых обуславливается в основном отказом от предположения свойства непрерывности. Таким образом, дискретная математика представляет собой область математики, которая, с одной стороны, требует, а с другой стороны, позволяет наиболее гармонично проявлять базовые компетентности (алгоритмическую, дедуктивную, индуктивную и языковую), составляющие интеллектуальную компетентность [1]. Дискретная математика оказывается адекватным языком описания сложных структур, для которых язык «непрерывной математики» недостаточен.

Функцию математики, как языка знаний замечали в древности. Галилею принадлежат знаменитое выражение: «Философия написана в грандиозной книге – вселенной, которая открыта нашему пристальному взгляду. Но понять эту книгу может лишь тот, кто научился понимать её язык и знаки, которыми она изложена. Написана же она на языке математики...».

Часто бывает так, что без применения соответствующего математического языка понять характер физического, химического и т.п. процесса невозможно. Не случайно признание П. Дирака, что каждый новый шаг в развитии физики требует все более высокой математики. Вслед за физикой идут химические дисциплины, где также оперируют атомами и молекулами, как дискретными элементами, например, математическая химия. Много слабее математический язык вошел пока в биологию, поскольку дискретные единицы здесь еще не выделены, кроме генетики. Еще менее подготовлены к этому гуманитарные разделы научного знания. Прорыв наблюдается только в языкознании с созданием и успешным развитием математической лингвистики, а также в логике (математическая логика).

В преподавании любого из вышеперечисленных разделов дискретной математики оказывается продуктивным последовательное проведение подхода, состоящего в том, что каждая теория описывается как некоторый язык, имеющий свой словарь (алфавит), правила синтаксиса и правила семантики. Изложение материала в соответствии с данным подходом способствует развитию языковой составляющей интеллектуальной компетентности.

Индукция, дедукция и абдукция, представляя собой основные способы умозаключений, являются, прежде всего, методами научного исследования, а также весьма эффективными методами обучения математике. В про-

цессе мышления (и в процессе обучения) индукция, дедукция и аналогия взаимодействуют настолько тесно, что говорить о них отдельно имеет смысл только из соображений их детального изучения.

Аналогия как индуктивный способ мышления является мощным инструментом с самого момента его возникновения. Использование аналогий в современных математических исследованиях продолжает иметь место. Именно с помощью аналогии были решены такие великие проблемы как доказательство непротиворечивости геометрии Лобачевского, доказательство теоремы Ферма. В этих примерах существенную роль сыграла аналогия математических теорий как структур

Например, важной и нетривиальной индуктивной задачей является графическое представление диаграммы Венна для случаев $n > 3$. Подобные задачи позволяют развивать дивергентные интеллектуальные способности студента, так как требуют проявления высокой индуктивной и алгоритмической компетентности.

В истории построения диаграмм Венна высоких порядков ярко проявляется единство дискретной математики и информатики как объектов изучения, и высочайшей алгоритмической и индуктивной компетентности разработчиков. Комбинаторный характер и высокая размерность возникающих задач определяют необходимость подхода к построению диаграмм Венна размерностей 5, 6, 7, ... с помощью компьютерных технологий. Данное направление особенно активно развивается на факультете информатики канадского университета Виктории (Department of Computer Science University of Victoria, CANADA) и дает поразительные результаты.

На этом уровне алгоритм становится всего лишь инструментом художника, а его интуиция и воображение, как проявления индуктивной компетентности взлетают на уровень вдохновенного творческого поиска. Таким образом, еще раз продемонстрирована необходимость развития индуктивной компетентности и показано, что эффективным инструментом для этого являются, казалось бы, простые диаграммы Венна.

Перефразируя название книги Н.Вирта «Алгоритмы+Структуры данных=Программы», описываемый подход к изучению дисциплин дискретной математики можно изложить в виде аналогичной формулы:

*Теоретические модели+Алгоритмы=
=Алгоритмическая компетентность.*

Для математики алгоритмы – одно из фундаментальных понятий оснований математики. Обучение

математике на любом уровне обязательно включает обучение алгоритмам. Умение формулировать и применять алгоритмы важно не только для развития математического мышления и математических умений; оно означает также и умение формулировать правила и выполнять их. Алгоритмизация обучения понимается в современном обучении двух смыслах: обучение учащихся алгоритмам, построение и использование алгоритмов в обучении.

Существует два способа обучения алгоритмам:

- а) сообщение готовых алгоритмов;
- б) подведение учащихся к самостоятельному открытию необходимых алгоритмов.

Последнее является вариантом эвристического метода обучения и предполагает реализацию трех этапов изучения математического материала:

1. Выявление отдельных шагов алгоритма.
2. Формулировка алгоритма.
3. Применение алгоритма.

В курсе дискретной математики изучаются алгоритмы, начиная с классических алгоритмов Евклида (IV в. до н.э.) и «решета» Эратосфена, и заканчивая современными алгоритмами планаризации графов или криптографическими алгоритмами. Как отмечалось выше, одной из основных отличительных особенностей теорий дискретной математики является то, что решения, предлагаемые в них, часто являются алгоритмическими, а не аналитическими, а доказательства – конструктивными.

Ввиду этого все разделы дискретной математики представляются с позиции алгоритмического подхода, состоящего в том, что изложение ведется «алгоритмо-ориентированно». Практически любое понятие или метод описываются для того, чтобы в конце концов сформулировать тот или иной алгоритм для решения широкого класса задач от теории множеств до теории графов.

В процессе познания основ дискретной математики у будущих инженеров, и тем более у программистов, должна быть сформирована «алгоритмическая компетентность», которая позволит им эффективно решать разнообразные задачи в своей профессиональной деятельности. Студенты должны четко понимать, что не все алгоритмически решаемые задачи поддаются аналитическому решению, а также добиться понимания того, что алгоритмы действительно окружают человека всюду, в самых различных областях его деятельности. Важной отличительной чертой алгоритмических решений является то, что они, в противоположность аналитическим решениям, практически готовы для программной реализации и ввиду этого имеют гораздо большее прикладное значение.

Следует отметить, что весьма важно показать применимость одного и того же алгоритма не только в различных задачах, но и в различных дисциплинах. Например, пресловутый алгоритм Евклида, используемый для вычисления наибольшего общего делителя в теории чисел, эффективно применяется в теории диофантовых уравнений для поиска частных решений, а в теории функций, для разложения полиномов на «простые» делители.

Алгоритмы, излагаемые в учебном материале, могут служить хорошей основой не только для учебных заданий по программированию, но и для программ, разра-

батываемых студентами в качестве курсовых и дипломных работ. Алгоритмический подход освобождает от «необходимости» прохождения всего исторического пути развития математики для овладения методами решения задач конкретной предметной области.

Формирование алгоритмической компетентности предусматривает не только изучение различных алгоритмов, анализ их свойств и приемов их конструирования. Все это изучается в различных курсах, начиная от дискретной математики, теории алгоритмов и исследования операций и заканчивая программированием на языках высокого уровня. Для формирования алгоритмической компетентности в целом необходимо развитие и тех составляющих, которые превращают знания об алгоритмах в инструмент не только решения конкретных задач, но и инструмент мышления, то есть в составляющую часть интеллектуальной компетентности. Как всякий систематизированный инструментальный алгоритмы должны быть сравнимы, передаваемы, открыты для использования не только разработчиком. Это обеспечивается ясной и однозначной нотацией алгоритмов, то есть общим способом их описания. Здесь мы вновь приходим к выводу о единстве алгоритмической и языковой компетентностей.

Информатика изучает то общее, что свойственно всем многочисленным разновидностям конкретных информационных процессов (технологий). Эти информационные процессы и технологии и есть объект информатики.

Область интересов информатики – это структура и общие свойства информации, а также вопросы, связанные с процессами поиска, сбора, хранения, преобразования, передачи и использования информации в самых различных сферах человеческой деятельности. Обработка огромных объемов и потоков информации немыслима без автоматизации и систем коммуникации, поэтому электронные вычислительные машины и современные информационные и коммуникационные технологии являются и фундаментальным ядром, и материальной базой информатики.

Структуру информатики в настоящее время определяют следующие основные области исследования:

1. теория алгоритмов (формальные модели алгоритмов, проблемы вычислимости, сложность вычислений и т.п.);
2. логические модели (дедуктивные системы, сложность вывода, нетрадиционные исчисления: индуктивный и дедуктивный вывод, вывод по аналогии, правдоподобный вывод, немонотонные рассуждения и т.п.);
3. базы данных (структуры данных, поиск ответов на запросы, логический вывод в базах данных, активные базы и т.п.);
4. искусственный интеллект (представление знаний, вывод на знаниях, обучение, экспертные системы и т.п.);
5. бионика (математические модели в биологии, модели поведения, генетические системы и алгоритмы и т.п.);
6. распознавание образов и обработка зрительных сцен (статистические методы распознавания, использование призрачных пространств, теория распознающих алгоритмов, трехмерные сцены и т.п.);
7. теория роботов (автономные роботы, представление знаний о мире, децентрализованное управление, планирование целесообразного поведения и т.п.);

8. инженерия математического обеспечения (языки программирования, технологии создания программных систем, инструментальные системы и т.п.);

9. теория компьютеров и вычислительных сетей (архитектурные решения, многоагентные системы, новые принципы переработки информации и т.п.);

10. компьютерная лингвистика (модели языка, анализ и синтез текстов, машинный перевод и т.п.);

11. числовые и символьные вычисления (компьютерно-ориентированные методы вычислений, модели переработки информации в различных прикладных областях, работа с естественно-языковыми текстами и т.п.);

12. системы человеко-машинного взаимодействия (модели дискурса, распределение работ в смешанных системах, организация коллективных процедур, деятельность в телекоммуникационных системах и т.п.);

13. нейроматематика и нейросистемы (теория формальных нейронных сетей, использование нейронных сетей для обучения, нейрокомпьютеры и т.п.);

14. использование компьютеров в замкнутых системах (модели реального времени, интеллектуальное управление, системы мониторинга и т.п.).

Информатика – инструмент развития мыслительных способностей студентов, т. е. инструмент развития интеллекта. Прежде всего, это легко видеть на примере обучения алгоритмизации и программированию. Дискретная математика предоставляет множество задач, реализуемых в программном виде и способствующих развитию интеллектуальной компетентности, нестандартного мышления. При реализации программ по основам программирования можно успешно использовать задачи дискретной математики для более прочного усвоения материала, развития интеллекта, накопления опыта [2].

На современном уровне изучения недопустимо разделять во времени основы математической логики и основ программирования. Тем не менее, во всех колледжах нашего города эти две дисциплины преподаются по отдельности, часто на разных отделениях и не имеют точек соприкосновения. При разделении не возникает целостной алгоритмической компетентности, а остается знание алгоритма и умение его программировать, а алгоритмическая компетентность – это способность создавать алгоритм и реализовывать его

в виде программного продукта. Связь между основными разделами элементов математической логики и информатикой представлена в таблице 1.

Безусловная связь дискретной математики и информатики обуславливает необходимость интегрированного изучения дисциплин. Это даст возможность формирования интеллектуальной компетентности как системного эмерджентного свойства.

Опираясь на анализ различных подходов можно отметить, что интеграция – это глубокий процесс внутреннего взаимодействия, взаимопроникновения научных знаний, представляющих учебные предметы. Практика подтверждает, что при осуществлении интеграции изменяются предмет, структура, соединяемых учебных дисциплин, расширяются и задачи, становится на высший уровень их понятийно-категориальный аппарат и методологический инструментарий.

Принципы интегрированного обучения в полной мере работают на достижение поставленной цели – развитие интеллектуальной компетентности учащихся, обеспечивая:

1. Целостное, синтезированное, систематизированное восприятие изучаемых по той или иной теме вопросов способствует развитию широты мышления, развивает целенаправленность и активность мышления.

2. Более глубокое проникновение в суть изучаемой темы способствует развитию глубины мышления.

3. Обязательная реализация рассматриваемой проблемы в какой-то практической ситуации усиливает практическую направленность обучения, что развивает критичность мышления, способность сопоставлять теорию с практикой.

4. Новые подходы к известной ситуации, нестандартные способы решения проблемы, возможность выбора решения данной проблемы способствуют развитию гибкости мышления, развивают оригинальность мышления. Сопоставление решений развивает активность, критичность, организованность мышления. За счет стремления осуществлять разумный выбор действий, отыскивать наиболее краткий путь достижения цели развивается целенаправленность, рациональность, экономия мышления.

5. Доказательность решения проблемы развивает доказательность мышления.

Таблица 1. Сравнение учебного материала

| Элементы математической логики | Информатика |
|--|---|
| Раздел 1 Основы теории множеств | Основные элементы языка: алфавит, структура программы, идентификаторы, переменные и константы, типы данных, операции и выражения. Базы данных. Инженерия математического обеспечения. |
| Раздел 2 Исчисление высказываний Тема 2.1 Алгебра высказываний Тема 2.2 Булевы функции | Основные операторы языка программирования. Архитектура компьютерных систем. Кодирование и шифрование информации. Логические модели. Базы данных. Искусственный интеллект. Инженерия математического обеспечения. Теория компьютеров и вычислительных сетей. |
| Раздел 3 Исчисление предикатов | Логические модели. Базы данных. Искусственный интеллект. Теория роботов. Инженерия математического обеспечения. Теория компьютеров и вычислительных сетей. |
| Раздел 4 Основы теории алгоритмов | Основные операторы языка программирования. Теория алгоритмов. Бионика. Числовые и символьные вычисления. |
| Раздел 5 Теория графов Тема 5.1 Неориентированные графы Тема 5.2 Ориентированные графы | Представление алгоритмов в виде блок-схем. Программная реализация задач теории графов. Базы данных. Теория компьютеров и вычислительных сетей. Нейроматематика и нейросистемы. |

Интегрированное изучение дискретной математики и информатики имеет ряд преимуществ:

1. интегрированное изучение способствует развитию научного стиля мышления учащихся;
2. формирует комплексный подход к изучаемым учебным предметам, единый с точки зрения естественных наук взгляд на ту или иную проблему, отражающую объективные связи в окружающем мире;
3. формирует убеждение учащихся, что они могут изучать достаточно сложные вопросы, особенно касающиеся математики, которые при стандартном объяснении остаются за рамками понимания;
4. позволяет использовать авторские компьютерные программы учащихся (созданные на базе интеграции) в дальнейшем учебном процессе – при написании курсовых, дипломных проектов, решении задач математического, численного, компьютерного моделирования в дальнейшем курсе обучения;
5. расширяет кругозор учащихся, способствует развитию творческих возможностей учащихся, позволяет выявить учащихся с нестандартным мышлением, будущих победителей олимпиад и конкурсов профессионального мастерства;
6. способствует осознанию учащимися практической значимости и необходимости изучения математики для их будущей профессиональной деятельности;
7. в процессе решения задач у учащихся проявляется любознательность;
8. применение дискретных моделей вместо непрерывных и их компьютерное моделирование позволяют показать неадекватность применения непрерывной модели для исследования систем, имеющих дискретную природу;
9. достаточно большой объем информации, включение их оперативной и долговременной памяти, систематизация знаний, использование общих методов и приемов решения задач развивают организованность памяти.

При параллельном изложении материала у студентов закрепляется понимание аналогии теорий, взаимосвязи изучаемых дисциплин, а, следовательно, необходимости их изучения [3]. Можно заметить, что достаточно часто студенты не понимают цели изучения математики и физики в процессе подготовки ИТ-специалистов. В случае последовательного преподавания дисциплин аналогия рассматривается в соответствующих разделах. Тем самым на метауровне представляются такие составляющие индуктивной компетентности как обобщение и аналогия.

Главным результатом взаимодействия дискретной математики и информатики становится формирование компетентностей, составляющих интеллектуальную компетентность:

- алгоритмическая (структурирование данных, моделирование, алгоритмизация),
- логическая (дедуктивная),
- индуктивная (применение аналогии и обобщения),
- языковая (формулирование теорий, описание моделей, алгоритмическая нотация).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ярыгин О.Н., Гайманова Т.Г. Формирование и развитие компетентности как эмерджентного свойства профессионального образования / О.Н. Ярыгин, Т.Г. Гайманова // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2012. № 1. С. 77–82.
2. Мур, Дж. Экономическое моделирование в Microsoft Excel, 6-е изд. / Дж. Мур, Л. Уэдерфорд и др. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004.– 1024 с.
3. Пудовкина Н.Г., Коростелев А.А., Ярыгин О.Н. Аналитическая компетентность и уровни реализации аналитической функции управления / Пудовкина Н.Г., Коростелев А.А., Ярыгин О.Н. // Тольятти, 2011.– 230 с.

DEVELOPMENT OF ALGORITHMIC COMPETENCE OF COLLEGE STUDENTS IN THE INTEGRATED STUDY OF DISCRETE MATHEMATICS AND INFORMATICS

© 2014

M.V. Kondurar, Postgraduate student
Togliatti State University, Togliatti (Russia)

Keywords: discrete mathematics; algorithm; algorithmic competence; the formation and development of intellectual competence.

Annotation: This paper describes the process of formation and development of algorithmic competence in the integrated study of the disciplines that uses software of discrete mathematics algorithms as a method in education IT-students in colleges.