

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПЕТЕНТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО СОДЕРЖАНИЯ ОБУЧЕНИЯ БАКАЛАВРОВ ИНФОРМАТИКИ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЦИОННЫХ СВЯЗЕЙ ИНФОРМАТИКИ И МАТЕМАТИКИ

DESIGNING COMPETENCE-ORIENTED CONTENT OF PROFILE TRAINING OF “INFORMATICS” BACHELORS ON THE BASIS OF INTEGRATION LINKS BETWEEN COMPUTER SCIENCE AND MATHEMATICS

Билянт Садулаева

Челябинский государственный педагогический университет

Кафедра математического анализа

454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 69

e-mail: sadulaeva@mail.ru

Abstract: A model of designing the competence-oriented content of profile training of “Informatics” bachelors is presented in the paper. The complex of the competence-oriented tasks and projects is given, the Bank of the competence-oriented tests is presented. These materials contribute to the development of professional and special competence of future computer science bachelors.

Key words: computer science, methods of teaching science, competence, competence-oriented content, competence-based tests

Введение

Разработанные Федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) направлены на реализацию приоритетных направлений развития образовательной системы Российской Федерации: повышение качества профессионального образования, обеспечение доступности качественного образования, развитие системы непрерывного профессионального образования, достижение универсальности, фундаментальности образования и его практической направленности.

Методология

Требования к результатам освоения основной образовательной программы (ООП) бакалавриата в ФГОС ВПО сформулированы в виде *универсальных* (социально-личностные и общекультурные;

общенаучные; инструментальные) и *профессиональных* (предметные) компетенций [12], что позволяет усилить фундаментальность педагогического образования и предусмотреть при этом формирование у обучающихся необходимых практических умений и навыков, оптимизирующих процесс вхождения выпускника в профессиональную деятельность, адаптацию к условиям ее осуществления, а также обеспечивающих эффективное решение выпускником типовых профессиональных задач. *Специальные компетенции*, формируемые на уровне профиля определяются вузом в процессе разработки основной образовательной программы [12].

Обучение будущих бакалавров информатики требует рассмотрения всего процесса обучения в его целостности [7], во взаимосвязи всех его компонентов, поэтому качество подготовки зависит не только от успешности усвоения студентами

профильных дисциплин, но и от результатов изучения *предпрофильных дисциплин*.

Предпрофильной определена дисциплина основной образовательной программы, являющаяся научным, педагогическим, психологическим, информационным остовом для реализации профильного обучения, охватывающая основные области знаний, позволяющие формировать практический опыт и представление о характере профессиональной деятельности, а подготовку в области предпрофильной дисциплины будем считать предпрофильной.

В подготовке бакалавров информатики среди предпрофильных дисциплин особое место занимают математика и физика, так как они являются основой естествознания. Без использования математических основ, языка, методов формализации, физических методов исследования, понятий и законов невозможно представить информационный мир, средства информатизации.

Наше исследование находится в рамках проектирования конкретной предпрофильной учебной дисциплины – математика, фундаментальные основы которой, позволяют обеспечить прикладную и практическую направленность данной дисциплины и способствуют овладению студентами конкретными знаниями и необходимыми способами деятельности.

Задача исследования состоит в обновлении содержания математического образования на основе выделения математических основ информатики, установления межпредметных связей, интеграции профильных дисциплин и математики на методологическом, методическом и содержательном уровнях.

Модель проектирования компетентностно-ориентированного содержания предпрофильного образования

В проектировании компетентностно-ориентированного математического содержания образования бакалавров профиля «Информатика» нами определены следующие этапы:

- 1) установление связей между предметными (математическими), профессиональными и специальными компетенциями;
- 2) анализ предметной области, выделение концептуальных содержательных линий обучения;

- 3) разработка моделей результатов обучения дисциплине;

- 4) разработка целей обучения дисциплине;

- 5) разработка требований и принципов к отбору компетентностно-ориентированного содержания дисциплины;

- 6) разработка модульной структуры образовательной программы дисциплины;

- 7) разработка компетентностно-ориентированных задач;

- 8) определение показателей сформированности компетенций;

- 9) разработка контрольно-оценочных средств, компетентностно-ориентированных тестов.

Решение поставленных задач 1–9, можно представить в виде модели проектирования компетентностно-ориентированного содержания математического образования (Рис. 1).

Преимущество модели проектирования компетентностно-ориентированного содержания предпрофильной подготовки состоит в наличии таких элементов, как технология отбора содержания предпрофильного обучения; технология отбора методов, форм и средств обучения и оценочно-результативного компонента, позволяющего вести мониторинг достижений ожидаемых результатов.

Актуальность данного вопроса отмечена в п.7.4 ФГОС ВПО «...в учебной программе каждой дисциплины должны быть сформулированы конечные результаты обучения в соответствии с осваиваемыми знаниями, умениями и приобретаемыми компетенциями в целом по Основной Образовательной Программе» [12]. Согласно Е.Е.Леоновой [7] и Р.В.Колбина [5] — за формирование большинства компетенций не могут отвечать какие-то отдельные учебные дисциплины. Компоненты компетенций формируются при изучении различных дисциплин, а также в различных формах практической и самостоятельной работы.

Системообразующим в модели проектирования компетентностно-ориентированного содержания предпрофильной подготовки является элемент «Требования профильной дисциплины к предпрофильной подготовке». Здесь, посредством деструктуризации профильных дисциплин детализируются и актуализируются требования профильной подготовки, выделяются

содержательные линии обучения предпрофильной дисциплине, и, исходя из них, строится компетентностная модель результатов обучения предпрофильной дисциплине, как «сочетание взаимо-

проникающих универсальных, профессиональных, специальных компетенций и конкретных видов деятельности» [11].

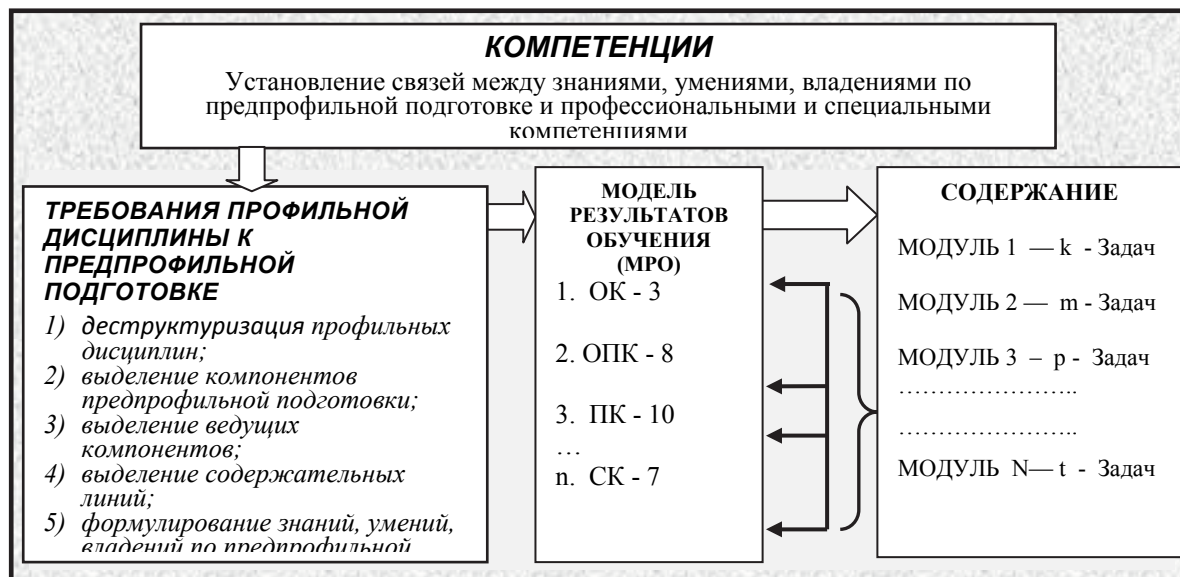


Рис. 1. Модель проектирования компетентностно-ориентированного содержания предметного (предпрофильного) образования: ОК – общекультурные; ПК – предметные; СК – специальные компетенции

Компетентностная модель результатов обучения предпрофильной дисциплине формируется на основе анализа блока «Компетенции», для чего устанавливаются связи между знаниями, умениями, владением профессиональными и специальными компетенциями и знаниями, умениями, владением предпрофильной подготовкой. Далее проводится анализ требований профильной дисциплины к предпрофильной подготовке, анализ объектов и видов деятельности и по совокупности полученных результатов формулируются содержательные линии обучения предпрофильной подготовке. Это позволяет определить конкретизированные знания, умения владения предпрофильной дисциплиной, из которых мы формулируем исходную компетенцию по дисциплине, устанавливаем их связь с теми профессиональными и специальными компетенциями, которые непосредственно их используют. Конкретизированные знания, умения, навыки позволяют спроектировать модель результатов обучения. Для определения требований к результатам обучения математике

формулируем компетенцию «Применять (понятия, методы математики) для (конкретной профессиональной или специальной компетенции)». Например, «Применять аксиоматические методы математики для реализации аналитических и технологических решений в области программного обеспечения и компьютерной обработки информации», «Использовать классические методы математической статистики при обработке и представлении данных», «Использовать формальный аппарат алгебры отношений и реляционного исчисления для обработки данных».

Проектирование компетентностно-ориентированного математического содержания образования в обучении бакалавров информатики

На основании полученной компетентностной модели результатов обучения формулируется цель изучения дисциплины и проектируется компетентностно-ориентированное содержание предпрофильной дисциплины, проводится анализ объектов и видов деятельности, направленных на

достижение результатов обучения, формулируются принципы и методы обучения, модульная программа обучения.

Проектирование компетентно-ориентированного содержания образования предполагает прогнозирование компетенций и постановку диагностических целей обучения в соответствии с намеченными компетенциями.

Функциями компетентности по отношению к структуре и содержанию образования являются [14]:

- предоставление возможности конструирования целей, содержания и технологии обучения в системном виде;
- интегративность через отдельные элементы или целостное присутствие в различных учебных предметах и научных областях;
- многофункциональность, что позволяет бакалавру решать разнообразные профессиональные проблемы;
- формирование компетенций через содержание образования.

Исходя из этого, согласно модели проектирования компетентно-ориентированного содержания, принципов и требований отбора содержания образования, идет отбор и конструирование содержания обучения предпрофильной дисциплине.

На следующем этапе строится содержание образования в соответствии с диагностично сформулированными целями, что, согласно Д.Ш. Матросу [8] «позволяет осознать вклад данного предмета в достижение результатов освоения образовательной программы» и применять соответствующие методы и средства обучения. Отбор и конструирование содержания предпрофильных дисциплин необходимо выстраивать с учетом интегративных связей информатики с предпрофильными дисциплинами, с ориентированностью на достижение выделенных в модели результатов обучения. Для построения логической структуры курса и выделения основных содержательных линий, которые должны быть отражены в структуре математического содержания, используем метод экспертных оценок. Методом топологической сортировки тем содержания устанавливается последовательность их изучения и разрабатывается модульная программа курса математики для обучения бакалавров информатики.

При отборе содержания учитывалась технология профессиональной направленности изучения предспециальных учебных дисциплин, предложенная В.И. Земцовой [2], (для профессиональной направленности личности студента технических специальностей), которая реализуется в трех направлениях:

- методологическая насыщенность содержания учебной дисциплины, развивающая научное мировоззрение студентов, методологические знания, умения для осуществления исследовательских функций в профессиональной деятельности;
- междисциплинарное взаимодействие дисциплин всех блоков ГОС ВПО, позволяющее раскрыть роль учебных дисциплин предспециальной подготовки в качественном усвоении дисциплин общепрофессионального и специального блоков, а также в будущей профессиональной деятельности;
- использование комплекса учебно-профессиональных задач, решение которых существенным образом влияет на мотивацию изучения дисциплин предспециальной подготовки [2].

Также учтены структура, содержание, ядро базовых знаний, рекомендованные для международной образовательной системы подготовки бакалавров ИТ (Computing Curricula 2001. Association for Computing Machinery and Computer Society of IEEE), согласно которым в составе курса математики предлагается модуль «Дискретные структуры».

В проектировании содержания компетентно-ориентированного образования, при определении содержательных линий обучения математике бакалавров профиля «Информатика» рассмотрено три этапа:

- 1) выделение ведущего цикла, на фоне которого будет строиться все содержание предпрофильной дисциплины;
- 2) анализ, выделенного математического компонента, на предмет установления межпредметных связей с профильными дисциплинами;
- 3) интеграция профильных и предпрофильных дисциплин, выделение содержательных линий.

В рамках первого этапа установлено, что в обучении будущих бакалавров информатики математическим дисциплинам существенно определено *ведущего цикла*, который

благоприятствует различным типам мышления и определяет типы математических моделей, выбираемых в дальнейшем выпускниками.

В отличие от сторонников аналитического, геометрического, алгебраического, логического циклов (Н. Бурбаки, А.Д. Мышкис Н.Н. Непейвода, В.И. Игошин и др.), мы считаем, что *дискретный цикл* математики лежит в основе современного изучения информатики. Эта область математики привлекается для решения задач на компьютере в терминах аппаратных средств и программного обеспечения с привлечением организации символов и манипуляции данными [4].

Согласно английскому ученому Р. Хаггарти, «современный цифровой компьютер — по существу конечная дискретная система» и дискретная математика представляет собой математический аппарат и технику, необходимую для проектирования и понимания вычислительных систем [13]. Дискретная математика, по мнению Д.Ш. Матроса, Д. Кнута, О. Паташника, формирует особый алгоритмический стиль мышления программистов, отличающийся от мышления математиков, у которых, почти нет понятия «сложности», или экономичности, и не хватает понятий, связанных с «операцией присваивания», меняющих количественные данные [9]. В связи с вышесказанным, мы формулируем принцип ведущего дискретного подхода в обучении математике бакалавров информатики.

На втором этапе нами выделены математические основы информатики, для чего проведена деструктуризация дисциплин профильной подготовки, изучаемых будущими учителями информатики в соответствии с ГОС ВПО: «Программирование», «Компьютерное моделирование», «Архитектура компьютера», «Информационные системы и сети», «Теоретические основы информатики». В результате проведенного анализа профильных дисциплин получен конкретный математический компонент предпрофильной математической подготовки в обучении бакалавров информатики. Выделенный математический компонент содержит понятия, методы математических дисциплин — математический анализ, математическая логика, дискретная математика, теория

чисел, теория вероятностей, алгебра, геометрия.

Например, *область применения языка и методов математической логики в информатике* неопределимо широка в силу их фундаментальности: язык Пролог, логическое программирование, формальные методы и логика рассуждений о понятиях, комбинаторная логика, λ -исчисление. Комбинаторная логика и лямбда-исчисление — формальные системы, исследующие множества и его элементы, разрабатывающие представление об объекте, в качестве которого рассматривается отображение.

В связи с разработкой и применением систем аналитических вычислений, изучением алгоритмов аналитических преобразований, с точки зрения их эффективности, реализации на компьютере, появилась *компьютерная алгебра* [10]. *Алгебры* — булева, полиномиальная, компьютерная, реляционная — также являются важным аппаратом информатики. Компьютерная алгебра оперирует алгебраическими числами, которые задаются своим минимальным многочленом, поэтому многочлены лежат в основе любой системы компьютерной алгебры и в символьных вычислениях играют исключительно важную роль. Алгоритм *модулярной арифметики* позволяет оперировать не непосредственно большим числом, а его «остатками», без потери какой-либо информации [3].

Задачи обработки данных в теории множеств и в логике первого порядка приводят к задачам теории построения баз данных или к *реляционным (логическим) моделям данных*. Реляционная модель ориентирована на организацию данных в виде двумерных таблиц, которые представляет собой двумерный массив, на реляционной модели данных строятся *реляционные базы данных* [1]. Базовыми понятиями системы управления реляционными базами данных, реляционной модели данных, реляционной алгебры, являются: массивы, отображение, отношения, кортеж, сюръекция, инъекция.

Независимо от того, к какому разделу математики относится тема изучаемого учебного материала, необходимо учитывать *принцип ведущего дискретного подхода в обучении*.

Использование возможностей интеграции информатических и математических дисциплин в профессиональной подготовке бакалавров информатического профиля, эффективное выявление и применение междисциплинарных связей на третьем этапе происходит на основе целей, задач, содержания и методов этих дисциплин. Проведенный отбор содержания математического образования способствует более тесной интеграции информатики и математики, которая происходит по *содержательному и процессуальному аспекту*.

На основе проведенного анализа вышеприведенных трех этапов, открытия новых связей и отношений между профильными дисциплинами и математикой, включения их в различные системы связей, выделены следующие содержательные линии обучения математике бакалавров профиля «Информатика». Эти содержательные линии являются организующими идеями образовательной области или устойчивыми единицами содержания, образующими каркас курса математики.

Выделенные нами содержательные линии позволяют:

- придерживаться формально-семиотического взгляда на науку информатику и на ее математические основания при обучении фундаментальным аспектам информатики;
- акцентировать внимание на вопросах, относящихся к фундаментальным основам математики;
- особо выделить вопросы, использующие дискретный подход, который является основополагающим в архитектуре компьютера, представлении информации, баз данных.
- выделить содержание математических оснований информатики, способствующих формированию профессиональных компетенций и повышению уровня компетентности в подготовке бакалавра информатики.

Отметим, что выделенные содержательные линии обучения математике бакалавров информатики гармонируют с содержательными линиями обучения информатике, выделенными в работе [6], что представляет важную когнитивную значимость для формирования специальных компетенций будущих бакалавров

информатики, поскольку демонстрирует логику изучения профильных дисциплин и последовательность формирования фундаментальных знаний по предпрофильной подготовке.

Особую значимость несет формирование *комплекса компетентно-ориентированных задач и проектов*, по каждому модулю содержания образования, решение которых требует установления разнообразных интеграционных связей информатических и математических дисциплин. Количество учебных задач поставленных в каждом модуле соответствует количеству результатов обучения, которые контролируются и оцениваются.

Уровни сформированности профессионально-педагогической компетентности в области математических основ информатики

В профессиональной подготовке бакалавров профиля «Информатика» нами определено три уровня сформированности профессионально-педагогической компетентности в области математических основ информатики:

1. Уровень. Студент знает основные математические понятия, умеет составить алгоритм решения математической задачи, владеет некоторыми методами решения математических задач.

2. Уровень. Студент умеет составить алгоритм решения математической задачи, владеет методами решения математических задач, умеет составить программу решения математической задачи на каком-нибудь языке программирования.

3. Уровень. Студент умеет составить алгоритм решения математической задачи, владеет методами решения математических задач, умеет составить программу решения математической задачи на нескольких языках программирования, умеет решать задачи всех профильных дисциплин, требующих знаний математических основ информатики.

Для оценки уровня достижения результатов обучения предпрофильной дисциплине, по каждому модулю разработан банк компетентно-ориентированных тестовых заданий, что в условиях модульно-рейтинговой системы обучения позволяет

вести мониторинг сформированности профессиональных и специальных компетенций бакалавров информатики.

Заключение

Предложенная модель проектирования компетентностно-ориентированного содержания предметного предпрофильного образования имеет теоретическую и практическую значимость. Автор считает, что данная модель является универсальной и применима для различных профилей и форм обучения, в том числе и дистанционной.

Библиографический список

1. Дейт К. Дж.. Введение в системы баз данных = Introduction to Database Systems. — 8-е изд. — М.: Вильямс, 2006. — С. 1328
2. Земцова В.И., Швалева А.В. Теория и практика развития профессиональной направленности личности студентов технических специальностей // Вестник ОГУ. — №10 – Октябрь 2006. — Часть 1. — С. 77.
3. Кнут Д. Искусство программирования. — Т.2. — Изд.3 – Москва-Санкт-Петербург-Киев, 2001 – С. 11.
4. Кнут Д., Грэхем Р., Паташник О. Конкретная математика. Основание информатики / перевод с англ. В.В.Походзея. – Москва: Мир, 1998. – 703 с.
5. Колбин Р.В. Технологический и процессный подходы к внедрению стандартов третьего поколения высшей школы на основе ИКТ и СМК // Всеросс. семинар «Введение Федеральных государственных образовательные стандарты высшего профессионального образования на основе информационных и коммуникационных технологий и системы менеджмента качества», посвященный памяти профессора Д.Ш. Матроса. – Челябинск: Изд-во ЧГПУ, 2011.
6. Лаптев В.В., Рыжова Н.И., Швецкий М.В. Методическая теория обучения информатике: аспекты фундаментальной подготовки будущих учителей информатики: моногр.– СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского ун-та, 2003. – 352 с.
7. Леонова Е.Е. Системный подход к внедрению стандартов нового поколения в системе образования – от начальной школы до высшей // Всеросс. семинар «Введение федеральных государственных образовательные стандарты высшего профессионального образования на основе информационных и коммуникационных технологий и системы менеджмента качества», посвященный памяти профессора Д.Ш. Матроса. 23.03.2011. – Челябинск: Изд-во ЧГПУ, 2011.
8. Матрос Д.Ш. Информационно-образовательная среда как основа системы менеджмента качества образовательного учреждения на основе стандарта ISO // Первая Всероссийская научно-методическая конференция «Информационные и коммуникационные технологии – основной фактор реализации системы менеджмента качества образовательного учреждения на основе стандарта ISO». – Челябинск: Изд-во ЧГПУ, 2010.
9. Матрос Д.Ш. Теория алгоритмов. Д.Ш.Матрос, Г.Б.Поднебесова. М.Бином. Лаборатория знаний. – Челябинск: Изд-во ЧГПУ, 2008. – С. 10.
10. Матрос Д.Ш., Г.Б. Поднебесова. Элементы абстрактной и компьютерной алгебры. – М.: Academia, 2004. – 238 с.
11. Потапова М.В. Реализация технологического подхода к построению ООП: от выделения компетенций до определения структуры и содержания учебных дисциплин // Всеросс. семинар «Введение Федеральных государственных образовательные стандарты высшего профессионального образования на основе информационных и коммуникационных технологий и системы менеджмента качества», посвященный памяти профессора Д.Ш. Матроса. Челябинск.23.03.2011г. – Челябинск: Изд-во ЧГПУ, 2011.
12. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. 050100 Педагогическое образование. Приказ №788 Мин.обр. и науки РФ от 22 декабря 2009 г.
13. Хаггарти Р. Дискретная математика для программистов. – М.: Техносфера, 2003.
14. Хуторской А.В. Современная дидактика: Учебник для вузов. – СПб: Питер, 2001. – 544 с.