

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.П. АСТАФЬЕВА
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Институт/факультет Математики, физики и информатики
(полное наименование института/факультета)

Кафедра математического анализа и методики обучения
математике в вузе
(полное наименование кафедры)

Направление подготовки 44.04.01 Педагогическое образование, Направленность
(профиль) «Математическое образование в условиях
ФГОС»
(код ОККО и наименование специальности)

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой Кафедра математического
анализа и методики обучения
математике в вузе
(полное наименование кафедры)

Л. Шерина
(подпись)

Л.В. Шкерина
(И.О.Фамилия)

« 06 »

июня 2018 г.

Выпускная квалификационная работа

**Формирование математической компетентности будущих инженеров
в условиях адаптивного обучения математике**

Выполнил студент

Шершнева Виктория Анатольевна
(И.О.Фамилия)

04.06.2018.
(подпись, дата)

Шерина

Форма обучения

очная

Научный руководитель:

док. пед. наук, профессор каф.
матем. анализа и МОМ в вузе

Л.В. Шкерина
(ученая степень, должность, И.О. Фамилия)

Л. Шкерина 06.06.2018
(подпись, дата)

Рецензент:

к.т.н., профессор СибГУ им.
М.Ф. Решетнева

С.В. Ушанов
(ученая степень, должность, И.О. Фамилия)

06.06.2018.
(подпись, дата)

Дата защиты 26.06.2018.

Оценка _____

Красноярск 2018

Реферат магистерской диссертации

Шершневой Виктории Анатольевны

по теме: «Формирование математической компетентности будущих инженеров в условиях адаптивного обучения математике»

Магистерская диссертация состоит из введения, двух глав, заключения и библиографического списка. Общий объем работы составляет 67 страниц.

Библиографический список включает 54 источника, в том числе 16 зарубежных и две публикации автора.

Цель исследования: разработать и реализовать в образовательном процессе инженерного вуза концепцию адаптивного электронного обучения математике, ориентированную на формирование математической компетентности студентов.

Гипотеза исследования: формирование математической компетентности студентов инженерного вуза при изучении математике будет результативным, если:

- выделен дидактический базис компетентностного обучения математике студентов инженерного вуза;

- определены возможности полипарадигмального подхода в обучении математике студентов инженерного вуза в формировании их математической компетентности;

- разработана [концепция проектирования адаптивного электронного обучающего курса математике](#);

- разработан и реализован адаптивный электронный обучающий курс, направленный на формирование математической компетентности.

Задачи исследования:

- выделить и обосновать дидактический базис компетентностного обучения математике студентов инженерного вуза;

- определить возможности использования полипарадигмального подхода в обучении математике студентов инженерного вуза для формирования их математической компетентности;

- разработать концепцию проектирования адаптивного электронного обучающего курса математике, ориентированного на формирование математической компетентности студентов;

- разработать и апробировать адаптивный электронный обучающий курс по математике, реализующий разработанную концепцию.

Во введении обоснована актуальность исследования, сформулирована его научная новизна и теоретическая и практическая значимость. Проведено краткое изложение основных результатов, полученных автором.

. В первой главе «Теоретические основы формирования математической компетентности студентов инженерного вуза при обучении математике» рассмотрены основные подходы в обучении математике студентов российских инженерных вузов, начиная с 1960-х гг. , выделен дидактический базис компетентностного обучения математике студентов инженерного вуза, проведено обоснование возможности полипарадигмального подхода в обучении математике студентов инженерного вуза.

Во второй главе «Концепция адаптивного электронного обучения математике в инженерном вузе» дана характеристика нового уровня информатизации общества и математической подготовки будущих инженеров, разработана концепция проектирования адаптивного электронного обучающего курса по математике, представлен разработанный автором адаптивный электронный обучающий курс по математике, направленного на формирование математической компетентности, и результаты его апробации.

В заключении сформулированы основные результаты исследования и сделаны выводы о возможности их распространения на другие предметные области.

Основным результатом работы является новый подход к организации адаптивного обучения математике в электронной среде.

Содержание

Содержание.....	3
Выводы по главе 1.....	44
Готовность выпускника к профессиональной деятельности определяется в терминах его личностных качеств, что открывает дополнительные возможности в проектировании подходов в обучении математики, направленных на формирование математической компетентности.....	44
При рассмотрении целей и задач обучения математике студентов инженерного вуза возникает научная идея комплексно использовать различные подходы при ведущей роли компетентностного подхода.....	44
На основе методологического анализа эволюции государственных образовательных стандартов ВПО первого – третьего поколений, научно-педагогического анализа опыта практического использования различных подходов в обучении математике студентов в российских инженерных вузах приходим к теоретическому обоснованию актуальности и возможности полипарадигмального подхода в обучении математике студентов инженерного вуза как основного методологического подхода к формированию математической компетентности, включающего такие подходы в обучении, как компетентностный; контекстный; междисциплинарный; фундаментализация; предметно-информационный.....	44
.....	45
Глава 2. КОНЦЕПЦИЯ АДАПТИВНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ В ИНЖЕНЕРНОМ ВУЗЕ.....	46
2.1. Новый уровень информатизации общества и математическая подготовка будущих инженеров.....	46
При рассмотрении процесса обучения математике студентов инженерного вуза возникает научная идея комплексно использовать различные подходы при ведущей роли компетентностного подхода.....	61

В результате исследования получено теоретическое обоснование актуальности и возможности полипарадигмального подхода в обучении математике студентов инженерного вуза как основного методологического подхода к формированию математической компетентности, включающего такие подходы в обучении, как компетентностный; контекстный; междисциплинарный; фундаментализация; предметно-информационный. Данные подходы предполагается реализовать в адаптивном электронном обучении математике.....61

Введение

Инновационный путь развития российской экономики требует обеспечения предприятий инженерными кадрами, способными решать принципиально иные, чем ранее, задачи, определяемые новыми технологическими укладами, информационным обществом, инновационными формами экономической деятельности. Для этого студенты инженерных (технических) вузов должны получить образование, учитывающее новые реалии и перспективы развития общества, которое позволит им быть конкурентоспособными, мобильными, готовыми к адаптации и саморазвитию.

В соответствии с Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г., повышение качества образования подразумевает решение приоритетных задач, среди которых обеспечение инновационного характера базового образования, реализации компетентностного подхода, взаимосвязи академических знаний и практических умений.

Современные цели и результаты профессионального образования, как известно, выражаются в виде профессиональной компетентности, которая определяет качество профессионального образования, является его результатом и одновременно становится его целью.

Если рассматривать реализацию компетентностного подхода в инженерных вузах, то, в сравнении с реализацией ее другими категориями вузов она представляет собой сложную научно-методическую задачу, поскольку инженерное образование является самым наукоемким из всех сфер образования, во-первых, потому, что изучаемые предметы сложны для освоения, а во-вторых, темп обновления знаний самый большой именно в технике и технологии.

С учетом этого определяются и требования к фундаментальным дисциплинам в инженерном вузе, в том числе дисциплинам математического цикла. Возникает понятие математической компетентности и, соответственно, новые задачи, направленные на её формирование. При этом

стремительное развитие компьютерной техники и информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), многократно повышая эффективность математических методов в инженерных расчетах и позволяя осуществлять математическое и компьютерное моделирование сложных процессов, только актуализирует задачи формирования математической компетентности выпускника инженерного вуза, которая в этих условиях становится базовой составляющей профессиональной компетентности.

Анализ существующих теорий и подходов, направленных на повышение качества математической подготовки студентов инженерного вуза позволяет выделить наиболее значимые из них.

Так, в исследованиях, проведенных за последние 30 лет по теории и методике обучения математике в вузах в контексте повышения его качества, можно выделить три основных направления совершенствования образовательного процесса: через профессионально направленное (контекстное) обучение; использование междисциплинарных связей; применение компьютерной техники. Каждое из этих направлений опирается на определенный методологический базис и рассматривает его в роли ведущего.

В рамках первого направления наиболее полно исследовано контекстное обучение математике будущих учителей в педагогическом вузе. В значительной мере это обучение исследовано применительно к экономическим вузам; элементы методической системы контекстного обучения математике были разработаны для целого ряда инженерных специальностей.

За этот период создана психолого-педагогическая теория контекстного обучения (А. А. Вербицкий и др.) [10, 11]. Применительно к предметному полю математики положения теории контекстного обучения в инженерном вузе развиваются и конкретизируются.

В рамках второго направления исследований теория междисциплинарных связей в вузе разработана слабо и развивалась в

основном с позиций знаниевого подхода; роль междисциплинарных связей в формировании математической компетентности студентов не вполне раскрыта; в новых условиях теория междисциплинарных связей уточняется.

Развитие информационного общества актуализирует третье направление исследований, связанное с применением в обучении математике вычислительной техники, и ставит новые задачи. Так, необходимо формировать готовность студента использовать ИКТ в процессе математического моделирования в профессиональной деятельности, учитывая при этом, что ИКТ постоянно эволюционируют.

В настоящее время исследователи и преподаватели высшей школы понимают важность фундаментализации обучения. В условиях динамичного развития общества возрастает роль фундаментализации обучения как подхода, направленного на обеспечение системообразующих и «долгоживущих» знаний студента, которые, являясь основой его профессионального развития в будущем, позволят понимать и быстро осваивать новые технологии, принципы работы и профессиональные функции [22, 25].

Необходимость повышения качества образования в соответствии со стандартами ФГОС ВО 3++ значительно актуализирует теоретические и методические проблемы, связанные с формированием математической компетентности студентов инженерного вуза. В связи с этим в настоящее время констатируется **проблема** разработки современных электронных технологий предметной подготовки студентов инженерных вузов, направленных на формирование профессиональных компетенций.

Цель исследования: разработать и реализовать в образовательном процессе инженерного вуза концепцию адаптивного электронного обучения математике, ориентированную на формирование математической компетентности студентов.

Объект исследования: процесс обучения математике в инженерном вузе.

Предмет исследования: формирование математической компетентности студентов инженерного вуза в условиях адаптивного обучения математике.

Гипотеза исследования: формирование математической компетентности студентов инженерного вуза при изучении математике будет результативным, если:

- выделен дидактический базис компетентностного обучения математике студентов инженерного вуза;
- определены возможности полипарадигмального подхода в обучении математике студентов инженерного вуза в формировании их математической компетентности;
- разработана [концепция проектирования адаптивного электронного обучающего курса математике;](#)
- разработан и реализован адаптивный электронный обучающий курс, направленный на формирование математической компетентности.

Задачи исследования:

- выделить и обосновать дидактический базис компетентностного обучения математике студентов инженерного вуза;
- определить возможности использования полипарадигмального подхода в обучении математике студентов инженерного вуза для формирования их математической компетентности;
- разработать [концепцию проектирования адаптивного электронного обучающего курса математике, ориентированного на формирование математической компетентности студентов;](#)
- разработать и апробировать адаптивный электронный обучающий курс по математике, реализующий разработанную концепцию.

В данной работе для решения поставленных задач используются идеи полипарадигмального подхода в обучении математике, состоящего в комплексном использовании различных подходов, опирающихся на разные образовательные парадигмы: ведущую – компетентностную, а также знаниевую, системно-деятельностную, личноно ориентированную и др.

Таким, образом, в данной работе мы выбираем концепцию формирования математической компетентности студентов инженерных вузов на основе полипарадигмального подхода в качестве основной [6, 23, 27, 28].

Следующий важный аспект нашей работы связан с активным развитием ИКТ, которое оказывает большое влияние на систему образования. На смену традиционным образовательным технологиям приходит, активно развиваясь, электронное обучение. Электронное обучение выделяется как приоритетное направление в Федеральной целевой программе развития образования России на 2016-2020 годы. Активное применение электронных образовательных курсов при обучении современного «цифрового поколения», живущего в мире электронной культуры, является необходимой и неотъемлемой частью образования и касается всех дисциплин в вузе, в том числе математических [2, 7, 13].

Следует отметить, что существующий уровень развития электронного обучения различным дисциплинам обладает существенным недостатком по сравнению с традиционным, а именно отсутствием прямого участия в процессе обучения преподавателя, учитывающего индивидуальные особенности каждого студента. Однако эту функцию преподавателя в значительной мере может выполнять адаптивный электронный обучающий курс [1, 3-5, 8, 9, 12, 14, 17, 21].

Под адаптивным электронным обучающим курсом дисциплины, в широком смысле, мы понимаем организацию образовательного процесса в электронной среде, ориентированный на индивидуальные характеристики и потребности студентов с возможностью адаптации учебного контента, контрольно-измерительных материалов и индивидуальной образовательной стратегии.

Использование в учебном процессе адаптивных электронных обучающих курсов по различным дисциплинам образовательной программы также способствует решению проблемы индивидуализации обучения, что

является актуальным в современном инженерном образовании [19, 20, 24, 29].

В данной выпускной квалификационной работе разрабатывается подход к проектированию и реализации адаптивного электронного обучающего курса по математике, направленного на формирование математической компетентности.

Результаты проведенного выпускного квалификационного исследования докладывались на конференциях:

«Некоторые актуальные проблемы современной математики и математического образования». Санкт-Петербург. 2018;

«Новая наука: история становления, современное состояние, перспективы развития». Новосибирск. 2017.

«Математика, ее приложения и математическое образование (МПМО17)». Барнаул. 2017.

Глава 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ В ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНОГО ВУЗА

1.1. ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ В ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ СТУДЕНТОВ РОССИЙСКИХ ИНЖЕНЕРНЫХ ВУЗОВ, НАЧИНАЯ С 1960-Х ГГ.

При определении основного методологического подхода в обучении математике студентов инженерных вузов, адекватного современным условиям, следует учитывать результаты историко-педагогического анализа развития дидактических подходов в обучении математике в инженерных вузах России. Такой анализ, охватывающий период, начиная с 1960-х гг., характеризующийся ускорением научно-технического прогресса, необходимо провести, прогнозируя тенденции развития математического образования будущих инженерных кадров.

По нашему мнению, в эволюции дидактических подходов можно условно выделить четыре этапа:

- 1960–1979 гг. – этап преобладания концепции «высокого теоретического уровня» обучения математике;
- 1980–1999 гг. – этап «дидактического поиска»;
- 2000–2009 гг. – этап перехода от знаниевой парадигме к компетентностной;
- период, начавшийся в 2010 г. – этап полномасштабной практической реализации компетентностного подхода.

Рассмотрим более подробно эти этапы и их роль в формировании современных представлений о теории и методике обучения математике.

В отличие от многих европейских университетов, формировавшихся в Средние века под эгидой церкви, создававшиеся российские вузы изначально были ориентированы на тесную связь с естественными и гуманитарными науками, что и определило в дальнейшем их фундаментальный и исследовательский характер. Постепенно в отечественной высшей школе

сформировалось определенное сочетание фундаментальности и прикладной направленности обучения – ориентации на инженерную практику.

Развитие вычислительной техники в 1960-х гг. расширило возможности применения математических методов в профессиональной деятельности инженера, что объективно могло усилить ориентацию подготовки студентов к применению фундаментальных математических знаний, умений и навыков в будущей работе, для чего нужны были соответствующие дидактические условия.

Однако в период 1960–1979 гг. в обучении математике студентов – будущих инженеров стала преобладать концепция, которую можно назвать концепцией «высокого теоретического уровня» обучения. В соответствии с ней следовало использовать учебный материал по математике, в частности математические теоремы, в наиболее общем виде, не ограничиваясь рассмотрением случаев меньшей общности – так предполагалось повысить теоретический уровень обучения математике студентов инженерных вузов [18].

Однако такие «частные случаи», как правило, наиболее важны и поучительны с точки зрения инженерных приложений математических знаний, кроме того, их формулировки и, особенно, доказательства, значительно более доступны и понятны студентам, а изложение занимает значительно меньше учебного времени.

Сторонники концепции «высокого теоретического уровня» объясняли ее преимущества интенсификацией процесса обучения математике, повышением его эффективности: одна обобщенная теорема содержит информацию сразу обо всех частных случаях; как предполагалось, эту информацию выпускник вуза сумеет «извлекать» из этой теоремы по мере необходимости при решении задач профессиональной деятельности. Тем самым обосновывалось, что обобщенный и абстрактный материал по математике способен дать будущему инженеру математическую подготовку более высокого качества – именно с позиций будущей инженерной

деятельности. Математики – сторонники этой точки зрения – считали, что лучший способ объяснить теорему – это доказать ее.

Распространению в вузах этого подхода способствовал достаточно высокий конкурс абитуриентов в инженерные вузы, обеспечивающий в 1960-х гг. приток «сильных» студентов, способных осваивать трудный учебный материал, независимо от его мотивационной значимости.

Борьба за то, чтобы курс математики являлся «систематическим и логически цельным», что подразумевало ликвидацию в нем «пробелов», а фактически – включение в него подробных доказательств всех теорем курса в ущерб приложениям математики, противоречила мнению многих ученых и педагогов, которое они высказывали по этому поводу ранее.

В инженерных вузах в этот период создаются дополнительные условия для изучения курса математики, включающего более абстрактные математические теоремы с подробными и более сложными доказательствами. Так, количество аудиторных часов, отводимых на изучение математики в инженерных вузах, целенаправленно увеличивалось, и в 1970-е гг., например, уже достигло 510 (позже оно стало постепенно уменьшаться), программа курса дополнялась новыми разделами математики.

В целом данный этап развития математического образования в инженерных вузах характеризуется недостаточным вниманием к дидактике высшей школы, роль образовательных стандартов выполняют примерные рабочие программы и базовые учебники по высшей математике, которые подробно регламентируют содержание обучения математике. Под влиянием концепции «высокого теоретического уровня» базовые учебники, определяющие содержание обучения математике в инженерных вузах, становились все более абстрактными и изолированными от инженерной деятельности, а само содержание стало представлять собой сокращенное изложение основных математических дисциплин, читаемых на математических факультетах классических университетов.

Естественно, что абстрактный характер математических теорем и, соответственно, их доказательств существенно затруднял восприятие и усвоение материала, ухудшалось эмоционально-чувственное отношение к нему студентов, они переставали видеть в нем значимость для практической деятельности. Как итог, знания по математике студентов инженерных вузов не улучшались.

Таким образом, практика обучения математике в инженерных вузах к концу 1970-х гг. однозначно показала, что концепция «высокого теоретического уровня», направленная на формирование у студентов инженерного вуза системы абстрактных математических знаний средствами формально-логического подхода, не оправдала себя. Работодатели – представители промышленных предприятий – считали, что выпускники не умеют в должной мере использовать на практике математический аппарат, а преподаватели видели, что математическая подготовка не улучшается, несмотря на различные меры, в частности, увеличение числа часов, отводимых на изучение математики.

Впоследствии исследователями было объяснено, почему логически стройное, но изолированное от инженерной деятельности содержание обучения не может повысить качество фундаментальной математической подготовки студентов – будущих инженеров.

Так, на основе глубокого психолого-педагогического анализа А. А. Вербицкий, говоря о различии знаний и значений, отмечает: «Значения – это то, что может быть монологически изложено в качестве устного или письменного текста. Будучи усвоенным, например, путем запоминания текста, значения как фундамент знания могут и не стать достоянием личности, т. е. собственно знанием, тем, что имеет для человека личностный смысл, является руководством к действию, выражает его отношение к миру, обществу, к другим людям и к самому себе. Контекст жизни и деятельности, контекст профессионального будущего, заданный с помощью соответствующей дидактической и психологической «техники», наполняет

учебно-познавательную деятельность студентов вузов личностным смыслом, определяет уровень их активности, меру включенности в процессы познания и преобразования действительности» [10, 11].

В соответствии с этим, если студент не видит личностного смысла в учебной информации, то она вместо того чтобы трансформироваться в его сознании в системообразующие знания, превращается в знания формальные, поверхностные и непрочные.

Поэтому возможности повышения качества фундаментальной математической подготовки, ориентированной только на традиционное, формально-логическое содержания курса математики, весьма ограничены.

Заметим, что известные педагоги и ученые, преподававшие в инженерных вузах, всегда призывали наполнить содержание курса математики знаниями, иллюстрирующими связи формальной теории с практикой. Так, по мнению Б. В. Гнеденко, «в значительной степени сейчас лекции используют для того, чтобы систематически сообщать основной материал программы. Я придерживаюсь иной точки зрения и считаю, что лекция предназначена в первую очередь для того, чтобы облегчить студенту понимание основных идей дисциплины, развернуть перед ним связи одной науки с актуальными проблемами наших дней, вселить в его сознание уверенность в собственных силах, а также привить интерес к дальнейшему познанию как уже открытого, так и неизвестного. Встреча с лектором для студента должна состоять в создании широкой и глубокой научной концепции, в выяснении места данной науки в системе научных знаний и ее возможностей в прогрессе человеческого знания, в ее связях с практикой».

Заметим, что Б. В. Гнеденко пишет не только о том, чтобы дополнить лекции, а значит, и весь курс новым содержанием, но также о необходимости формировать такие качества (состояния) личности студента, как уверенность в собственных силах и интерес к дальнейшему познанию, которые, с позиций сегодняшнего дня следует отнести к компетенциям студента.

Таким образом, практика внедрения в инженерных вузах подхода, основанного на рассмотренной концепции «высокого теоретического уровня» обучения математике свидетельствует о том, что сложно достичь высокого качества математических знаний, умений и навыков у студентов – будущих инженеров, оставаясь исключительно в рамках самой знаниевой парадигмы образования и основываясь только на знаниевом подходе в обучении.

Достижение высокого качества знаний по математике требует привлечения и других подходов, в том числе возвращения профессионально-прикладной направленности курса математики, которую этот курс имел до 1960-х гг.

Пути достижения этого значительно раньше указывал известный математик и педагог Г. М. Фихтенгольц, говоря: «Для того, чтобы сделать из математики действительно полезное орудие в руках инженера, необходимо само изложение ее основ увязать с приложениями и, так сказать, сразу показать математику в действии. Все эти приложения группируются вокруг отчетливого математического костяка, без чего усвоение математических понятий было бы затруднено» (цит. по [18]).

При этом с позиций сегодняшнего дня понятно, что слова о «математическом костяке» содержания курса математики означают совокупность системообразующих, универсальных, наиболее значимых знаний по математике – говоря современным языком, совокупность фундаментальных математических знаний.

О необходимости фундаментализации обучения математике задолго до 1960-х гг. фактически писал также математик, академик Н. Н. Лузин: «Многие так называемые „строгие“ рассуждения в смысле строгости немногого стоят и всегда могут быть заменены другими, более интуитивными и столь же научными». Такие интуитивные рассуждения не просто добавляются к строгим, но заменяют их в процессе обучения, они необходимы как для понимания курса математики, так и его неформальной научности (цит. по [18]).

Поэтому еще одним выводом из опыта обучения математике в инженерных вузах в 1960–1970-х гг. является необходимость использования такого подхода к обучению, как фундаментализация [22, 25].

Период 1980–1999-х гг. стал принципиально новым этапом развития подходов в обучении математике будущих инженеров. Как уже отмечалось, к этому моменту пришло понимание, что надежды на концепцию «высокого теоретического уровня» обучения математике не вполне оправдались. Неудовлетворенность качеством математической подготовки активизирует исследования по теории и методике обучения математике в инженерных вузах, которые показали, что основной дидактической причиной недостаточного качества математической подготовки является чрезмерно абстрактное содержание обучения математике, изолированное, в соответствии с концепцией «высокого теоретического уровня», от будущей профессиональной деятельности.

В связи с этим возвращается интерес преподавателей к прикладной составляющей в обучении математике, значительно возрастает число исследований по профессионально направленному обучению, междисциплинарным связям, применению вычислительной техники в обучении математике, а также поиску новых дидактических подходов. Начиная с 1980-х гг. в обучении математике студентов вузов становятся актуальными общедидактические принципы профессиональной направленности и междисциплинарных связей. Активизируются исследования по теории и методике обучения математике в вузах в контексте повышения его качества.

В этих исследованиях можно выделить три основных крупных направления. Первое связано с совершенствованием образовательного процесса через профессионально направленное (контекстное) обучение; второе – через использование междисциплинарных связей; третье – через применение вычислительной техники.

В рамках первого направления наиболее полно было исследовано профессионально направленное обучение математике будущих учителей математики в педагогическом вузе; в значительной мере было исследовано профессионально направленное обучение математике студентов экономических вузов. Различные аспекты профессионально направленного обучения математике, в частности методические системы обучения, были разработаны для многих инженерных специальностей.

За этот период была создана психолого-педагогическая теория контекстного обучения (А. А. Вербицкий, его научно-педагогическая школа и др.) [10, 11]. Однако положения теории контекстного обучения применительно к предметному полю математики в инженерном вузе следует развить и конкретизировать.

В рамках второго направления исследований теория междисциплинарных связей математики в вузе разработана слабо, эти связи рассматривались в основном как проявление прикладной направленности обучения и с позиций знаниевого подхода.

Однако в этом подходе общедидактические принципы профессиональной направленности и междисциплинарных связей не могли быть в полной мере реализованы, поскольку первый из них ориентирован на умение студентов применять знания по математике в профессиональной деятельности, что выходит за рамки знаниевого подхода, а второй по определению требует согласованного изучения различных дисциплин, что также не связано напрямую с получением знаний по каждой из них.

Третье направление, связанное с применением в обучении математике вычислительной техники, привлекало в те годы внимание известных математиков, таких как В. И. Арнольд, И. М. Гельфанд, А. П. Ершов, Ю. И. Журавлев, А. Н. Колмогоров, С. П. Новиков, С. Л. Соболев, А. Н. Тихонов и др., а также педагогов и специалистов по методике обучения математике. Однако вычислительная техника в целом осталась за пределами обучения математике, поскольку ее использованию препятствовал трудоемкий этап

написания и отладки программ на алгоритмических языках, необходимых в то время для расчетов на ЭВМ – в силу объективных причин, найти место этому этапу в обучении математике было достаточно трудно.

Таким образом, на рассматриваемом этапе «дидактического поиска» было подтверждено, что такие подходы в обучении математике, как профессионально направленное обучение (контекстный подход); использование междисциплинарных связей (междисциплинарный подход); применение вычислительной техники в обучении математике (предметно-информационный подход), имеют большой потенциал в повышении качества математической подготовки студентов инженерного вуза.

При этом указанные подходы в данный период не были в должной мере реализованы в обучении, поскольку их направленность на способность студента использовать математические знания, умения и навыки в профессиональной деятельности выходила за рамки знаниевого подхода и потому не была востребована в образовательной практике.

Кроме того, следует отметить, что эти подходы развивались и внедрялись в учебный процесс в основном изолированно друг от друга, что значительно снижало потенциальный эффект их комплексного использования. На основе изложенного можно сделать вывод о том, что данный этап привел к необходимости поиска базисного методологического подхода, отвечающего следующим требованиям:

- цели обучения включают умения студента применять знания в профессиональной деятельности;
- искомый подход позволяет объединить указанные выше подходы в обучении математике студентов инженерного вуза.

С 2000 по 2009 гг., действовали образовательные стандарты второго поколения – ГОС ВПО-2, компетентностные по сути, но формально не противоречащие знаниевому подходу. Поэтому принципы профессиональной направленности и междисциплинарных связей в этот период также не нашли своего полного понимания и реализации. Данный этот этап можно назвать

бипарадигмальным, переходным от знаниевой парадигмы образования к компетентностной.

Стандарты ГОС ВПО-2, как и стандарты первого поколения, содержали требования к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы по направлению подготовки, в частности по дисциплине «Математика». Эти требования определяли общее количество часов, отводимых на изучение математики, и давали перечень обязательных разделов: аналитическая геометрия и линейная алгебра, дифференциальное и интегральное исчисления, векторный анализ и элементы теории поля, гармонический анализ, дифференциальные уравнения, уравнения математической физики, функции комплексного переменного, численные методы, основы вычислительного эксперимента, элементы функционального анализа, элементы дискретного анализа, теория вероятностей и др. Длинный список разделов может служить свидетельством необходимости высокого качества фундаментальной математической подготовки студентов инженерного вуза.

Однако, как отмечалось, качество обучения математике эти стандарты регламентировали не напрямую, с использованием терминологии знаний, умений и навыков, а на принципиально новой основе, в виде иерархически структурированного комплекса требований, связывающих качество обучения математике с будущей профессиональной деятельностью.

Эти требования стандарты второго поколения формулировали через указание видов профессиональной деятельности выпускника; задач профессиональной деятельности выпускника; квалификационных требований; перечня видов деятельности; требований к профессиональной подготовленности инженера; требований к итоговой государственной аттестации.

Через данную систему требований стандарты обеспечивали способность выпускника выполнять работы, для которых необходимы не только фундаментальные знания по математике, но и умение применять их в

профессиональной деятельности, причем виды этой деятельности конкретизированы, что должно было открыть дополнительные возможности для повышения качества математической подготовки.

Как видно, ГОС ВПО-2 для инженерных направлений предъявляли высокие требования к качеству математической подготовки выпускника опосредованно, включая фундаментальные знания, умения и навыки по математике, через указание профессиональных наукоемких задач и видов работ, требующих этих знаний, умений и навыков, а также умения их применять. С позиций этих стандартов математическая подготовка рассматривается как интегрированный компонент профессиональной подготовки инженера. Математическая подготовка должна быть достаточной для решения выпускником сложных и наукоемких профессиональных задач – фактически, качество математической подготовки понималось как математическая компетентность выпускника.

Однако акцент при этом делался не на личностных качествах, которые необходимо сформировать у студента в обучении математике, а на описании его будущей профессиональной деятельности, дистанцированной от качеств личности; при этом требования к фундаментальной математической подготовке не были сформулированы и не вполне определены механизмы ее реализации.

Таким образом, бипарадигмальность этих стандартов предполагает целенаправленную и осознанную опору на две парадигмы – знаниевую и компетентностную. Однако эти парадигмы были представлены в ГОС ВПО-2 опосредованно, что создавало возможности преподавателям вузов интерпретировать стандарты не только как компетентностные, но и по-прежнему как знаниевые.

Часть преподавателей продолжала обучать, основываясь на знаниевом подходе, другая часть стала ориентироваться на связь с профессиональной деятельностью, противопоставляя ее фундаментальной математической подготовке. Таким образом, можно говорить и о

бипарадигмальности стандартов, и об их частичной парадигмальной неопределенности, что является существенным недостатком этих стандартов.

Основные выводы, которые вытекают из исследования этапа 2000–2009 гг., следующие:

– бипарадигмальность стандартов, действовавших на данном этапе, включающая опору на компетентностную парадигму и компетентностный подход, впервые позволила сформулировать новые, компетентностные цели и результаты образования в терминах профессиональной деятельности;

– бипарадигмальность, подразумевающая опору на знаниевую парадигму и знаниевый подход, позволила сохранять традиции фундаментального математического образования в инженерных вузах;

– бипарадигмальность как частичная парадигмальная неопределенность не позволила сформулировать цели и результаты образования в терминах личностных качеств студентов;

– частичная парадигмальная неопределенность затруднила разработку теоретических оснований и методической системы обучения математике студентов инженерного вуза;

– необходима парадигмальная определенность при формулировании целей и результатов обучения математике на основе выявления ведущей парадигмы;

– необходимо сочетать различные подходы в обучении, направленные на достижение целей и результатов, предусмотренных ведущей парадигмой, в том числе подходы, разработанные на этапе «дидактического поиска».

В 2010 г. в высшей школе началась подготовка к переходу с 2011 г. на стандарты третьего поколения, что открывает новый этап практической реализации компетентностного подхода в обучении математике студентов инженерных вузов. Эти стандарты устраняют недостатки и развивают преимущества «профессионально направленных» ГОС ВПО-2, а также синтезируют и развивают преимущества «знаниевых» ГОС первого поколения.

Стандарты третьего поколения, реализуемые на этом этапе, опираются на ведущую компетентностную парадигму и определяют качество обучения через совокупность личностных качеств выпускника, образующих его профессиональную компетентность. Реализация ФГОС предполагает использование подходов в обучении, разработанных на предыдущих этапах.

Так, необходимость фундаментализации обучения математике обусловлена высокими требованиями к математическим знаниям, умениям и навыкам, которые сформулированы в специальном разделе стандарта.

Возможность и необходимость использования междисциплинарных связей и междисциплинарной интеграции подчеркивается тем, что обязательные знания, умения и навыки представлены для цикла дисциплин в целом, без разделения по учебным дисциплинам.

Использование современных ИКТ в единстве со знаниями по различным дисциплинам также предусмотрено во ФГОС.

Готовность выпускника к профессиональной деятельности описана в терминах его личностных качеств, что открывает дополнительные возможности в проектировании подходов в обучении математики, направленных на формирование математической компетентности. Таким образом, реализация стандартов приводит к необходимости опираться на основной методологический подход, состоящий в комплексном использовании разработанных подходов при ведущей роли компетентностного подхода (т.е. полипарадигмальный подход, интегрирующий их преимущества).

1.2. ДИДАКТИЧЕСКИЙ БАЗИС КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНОГО ВУЗА

В настоящем разделе проведем анализ подходов в обучении, которые, по нашему мнению, необходимы для формирования математической компетентности студентов инженерного вуза. Она, как и профессиональная

компетентность, структурируется на когнитивный, мотивационно-ценностный, деятельностный и рефлексивно-оценочный компоненты.

Большой вклад в исследование структуры компетентности внесла И. А. Зимняя. По ее мнению, содержание указанных компонент следующее:

- когнитивный компонент составляет владение знанием содержания компетентности;
- мотивационно-ценностный компонент составляет отношение к содержанию компетентности и объекту ее приложения, готовность к проявлению компетентности, где готовность рассматривается как мобилизация сил субъекта;
- деятельностный компонент составлен опытом проявления компетентности в разнообразных стандартных и нестандартных ситуациях;
- рефлексивно-оценочный компонент включает в себя самооценку, самоконтроль и самоанализ, управление саморазвитием и профессиональный ростом, саморегуляцию поведения и деятельности [15].

Когнитивный и, частично, деятельностный компонент компетентности укладываются в концепцию описания с помощью триады «знания–умения–владения» и достаточно легко диагностируются и оцениваются. Мотивационно-ценностный и рефлексивно-оценочный компоненты компетентности оценить достаточно сложно, они формируются на основе технологий успешной деятельности и многократно предлагаемых обучаемому заданий по выработке алгоритмов действий для актуализации данной компетенции и ее компонентов.

Однако формирование этих компонентов профессиональной и математической компетентности предполагает использование различных подходов в обучении.

Обычно понятие «подход» определяют как некоторую позицию, точку зрения, проектирование, организацию того или иного явления. Подход определяется некоторой идеей, концепцией и фокусируется на основных для него категориях – одним или нескольких.

Как отмечает И. А. Зимняя, «множество научных подходов можно классифицировать по разным основаниям – например, по научным дисциплинам: философский, психологический, педагогический, антропологический и т. п. ; по целеполаганию: деятельностный, культурологический, личностный и т. п. ; по организации рассмотрения: системный, комплексный, структурный и т. п. При этом разные подходы не исключают друг друга, некоторые из них могут развивать, совершенствовать другие – они реализуют разные планы рассмотрения одного и того же явления» [15].

Общепринятая схема уровней методологии содержит четыре уровня:

- высший уровень – философская методология;
- второй уровень – общенаучные принципы и нормы исследования;
- третий уровень – конкретно-научная методология;
- четвертый уровень – собственно методически-процедурный [11].

Решая вопрос, к какому уровню методологического анализа по этой классификации соответствует компетентностный подход, И. А. Зимняя пишет: «Компетентностный подход к образованию относится к третьему уровню методологического анализа, характеризуется системностью и является частным, конкретным подходом во всей иерархии подходов в силу его приложимости к одной, хотя и очень большой и социально-значимой области – образованию, а затем сопряженной с ним профессиональной деятельностью человека» [15].

Следующий важный вопрос состоит в том, должно ли образование основываться на каком-то одном походе или на нескольких походах одновременно. Можно ли утверждать моноподходность или полиподходность в образовании; и если исходить из полиподходности, то какова иерархия этих подходов? Такие вопросы естественно возникают при переходе от знаниевого подхода к компетентностному. Однако в этом случае происходит замена не только подходов, но и парадигм, на которые они опираются.

Возможно, что компетентностный подход должен «сочетаться» с подходами, в том числе опирающимися на различные парадигмы. По нашему мнению, в этом случае целесообразно говорить о полипарадигмальности и полипарадигмальном подходе. Таким образом, целесообразно рассмотреть вопрос о том, какое место среди существующих подходов в обучении занимает компетентностный подход.

В педагогике и методике широко обучения известны следующие подходы:

- системный;
- функциональный;
- структурный;
- культурологический;
- генетический и др.

Наряду с ними хорошо разработаны более частные подходы, непосредственно связанные с процессом обучения:

- лично ориентированный;
- лично-деятельностный;
- контекстный;
- проблемный;
- ситуативный;
- алгоритмизированный;
- задачный;
- программированный и др.

Как отмечает И. А. Зимняя, если рассматривать подходы к обучению «через призму основных категорий педагогики – цель, содержание, форма, метод и средства обучения, – то можно утверждать, что все подходы имеют место быть, но преимущественно применительно к отдельным категориям из вышеназванных» [15].

В качестве примеров можно указать, что непосредственно к целям и результатам обучения относятся компетентностный, знаниевый и

культурологический подходы, опирающиеся, таким образом, на различные парадигмы. Следует отметить, что среди них более масштабным является культурологический подход, исходящий из положения о неразрывности образования и культуры, а знаниевый и компетентностный подходы, ассоциированные с конкретными результатами образования, являются более конкретными.

Кроме того, компетентностный подход непосредственно связан и с уровнем содержания образования. С содержанием связаны, например, и такие подходы, как системный, контекстный, междисциплинарный, а также фундаментализация.

Мы согласны с мнением И. А. Зимней, что применительно к организации учебного процесса следует выделять такие подходы:

- личноно ориентированный;
- личноно-деятельностный;
- проблемный;
- ситуативный;
- алгоритмический;
- технологический;
- программированный;
- задачный и др.

Применительно к средствам обучения И. А. Зимняя выделяет – системный и структурный подходы [15].

Понятно, что компетентностный подход ассоциирован с целью и результатами обучения, что во многом связывает его с содержанием обучения. Такая ситуация свидетельствует, по выражению И. А. Зимней, о значимости компетентностного подхода, но не о его исключительности, тем более единственности. Подходы, относимые к различным сторонам процесса обучения, взаимодействуют и дополняют друг друга.

Таким образом, интегративная структура математической компетентности уже предопределяет комплексное использование различных

подходов в обучении математике, обеспечивающее формирование всех ее компонентов, при ведущей роли компетентностного подхода, который определяет цели и результаты обучения.

По этой причине обучение математике студентов инженерного вуза должно сочетать различные подходы, в том числе опирающиеся на соответствующие парадигмы: ведущую – компетентностную, а также знаниевую, системно-деятельностную, личностную и др., т. е. осуществляться на основе комплексного использования подходов. Используемые подходы в обучении, при ведущей роли компетентностного подхода, взаимно дополняя друг друга, способствуют формированию математической компетентности.

Возникает научная проблема определения, какие подходы в обучении математике студентов инженерного вуза целесообразно и возможно комплексно использовать (в рамках полипарадигмального подхода).

Рассмотрим эту проблему с позиции общедидактических принципов, играющих руководящую роль как в знаниевом, так и в компетентностном подходе, в любой модели или системе обучения. Напомним принципы дидактики.

Как известно, в общедидактических принципах и правилах закреплены практические указания по осуществлению обучения. Общедидактические принципы, или принципы дидактики, – это основные положения, определяющие содержание, организационные формы и методы учебного процесса в соответствии с его целями и закономерностями. В принципах обучения выражаются нормативные основы обучения; выступая как категории дидактики, принципы обучения характеризуют способы использования законов и закономерностей в соответствии с намеченными целями.

Принято считать, что в педагогической интерпретации правило – это основанное на общих принципах описание педагогической деятельности в определенных условиях и для достижения определенной цели. Обычно

отдельные стороны применения того или иного принципа обучения раскрывают руководящие положения, называемые правилами обучения.

Принципы реализуются через правила обучения, которые вытекают из принципов обучения; правило есть средство реализации принципа. Практика обучения более всего закрепляется именно в правилах, как писанных, так и неписанных. С одной стороны, это играет позитивную роль, так как сохраняется преемственность, утверждаются и укрепляются лучшие традиции обучения, с другой стороны – негативную роль, потому что закрепляются не только хорошие, но и плохие, в основном неписанные правила, изменить которые бывает достаточно трудно.

К общедидактическим обычно относят следующие принципы: единства содержательной и процессуальной сторон обучения; научности; систематичности и последовательности; системности; наглядности; доступности; профессиональной направленности; междисциплинарных связей; фундаментализации; информатизации.

Общедидактические принципы условно разделяются на две группы. Принципы первой группы непосредственно связаны с формированием знаний, умений и навыков, принципы второй – с формированием способности и готовности применять их в профессиональной деятельности.

Поскольку формирование компетенций студента возможно лишь на основе его знаний, умений и навыков, принципы первой группы сохраняют свое значение и в современных условиях. К ним отнесем следующие принципы:

- единства содержательной и процессуальной сторон обучения;
- научности;
- систематичности и последовательности;
- системности;
- наглядности;
- доступности.

Эти принципы, по нашему мнению, не только достаточно полно реализованы в содержании, формах и методах обучения математике в инженерном вузе в знаниевом подходе, но и сохраняют свое значение для дидактики в компетентностном подходе и потому являются общедидактическими и де-юре, и де-факто.

Ко второй группе, непосредственно связанной с формированием способности и готовности применять знания в профессиональной деятельности, мы отнесем следующие общедидактические принципы:

- профессиональной направленности;
- междисциплинарных связей;
- фундаментализации;
- информатизации.

Общедидактические принципы этой группы в большей мере направлены на формирование умения использовать знания, и потому их совокупность можно называть дидактическим базисом компетентностного обучения математике в вузе.

Эти принципы имеют значительный потенциал в компетентностной парадигме и компетентностном подходе и выходят за рамки знаниевой парадигмы – для принципа фундаментализации это не столь очевидно. Именно по причине компетентностной сущности указанные принципы не были в полной мере востребованы и реализованы в рамках знаниевого подхода, оставаясь общедидактическим де-юре, но не став таковыми де-факто. Так с ними изначально сложилось в этом подходе – они «опередили время». Их адекватное использование привело бы к тому, что обучение в высшей школе давно уже стало бы компетентностным.

В знаниевом подходе подразумевалось, что студент, имеющий знания, умения и навыки по предмету, сможет успешно применять их в профессиональной деятельности, даже не получив в обучении первичного опыта такого применения. Конечно, это не так. Например, если в процессе обучения математике студента инженерного вуза не учили решать

прикладные математические задачи, то он, не имея опыта применения математических знаний за пределами предметного поля, не будет в полной мере готов к профессиональной деятельности. Однако преподаватель, который придерживается знаниевого подхода, на экзамене этого не увидит, если студент докажет теорему и вычислит интеграл из экзаменационного билета. С позиций компетентностного подхода в задание необходимо включать и прикладные задачи.

Вернемся к указанным выше общедидактическим принципам. Рассмотрим вначале принцип фундаментализации обучения. В рамках знаниевого подхода этот принцип обычно трактовался как направленность обучения на углубленную теоретическую, общеобразовательную, общенаучную и общепрофессиональную подготовку учащихся и студентов. В профессиональной школе он еще подразумевает расширение профиля профессиональной подготовки в отличие от узкоспециализированной. Смысл тенденции фундаментализации образования заключается в превращении образования в подлинный фундамент материальной и духовной, теоретической и практической деятельности людей.

В современных условиях исследования, связанные с фундаментализацией обучения, являются весьма актуальным (Н. В. Садовников, В. А. Тестов и др.). В настоящее время понимание фундаментализации обучения и образования в целом значительно расширяется.

Отметим, что роль принципа фундаментализации в современных условиях значительно возрастает.

Во-первых, это происходит из-за стремительного роста объемов научной информации и быстрого устаревания знаний. Фундаментализация обучения в этих условиях означает подход, направленный на обеспечение универсальных, системообразующих и «долгоживущих» знаний студента, выбранных из огромного массива новой научной информации – важно, чтобы выпускник получил по каждой дисциплине, в том числе математике,

действительно фундаментальную подготовку. Для этого необходимо формировать фундаментальное ядро знаний по учебной дисциплине – совокупность системообразующих, методологических знаний, которые, к тому же, существенно используются при изучении и других дисциплин образовательной программы. Эти требования объективно выявляют фундаментальное ядро знаний для большинства дисциплин.

Во-вторых, что более важно, с позиций компетентностного подхода фундаментальная подготовка студента является основой его профессионального развития, гибкости и профессиональной трансформации в будущем. Она обеспечивает возможность на основе дополнительного обучения легко понимать и быстро осваивать новую технику и технологии, принципы работы, выполнять новые профессиональные функции.

Это позволяет сделать вывод о том, что компетентностная сущность фундаментальности обучения состоит в том, что она обеспечивает в долгосрочной перспективе способность и готовность выпускника успешно заниматься профессиональной деятельностью. При таком понимании фундаментализация играет важную роль в компетентностном подходе.

Еще раз подчеркнем, что принцип фундаментализации в современных условиях нацеливает преподавателя на формирование у студента базисных, универсальных, относительно инвариантных и «долгоживущих» знаний, умений и навыков и других компетенций. Заметим, что фундаментальность обучения, которая всегда была в традициях российского образования, наиболее полно отражена в стандартах первого поколения и в настоящее время в значительной мере реализована в высшей школе.

Важно продолжить эти традиции, обновляя содержание каждой дисциплины и формируя ее фундаментальное ядро. При этом более частный материал должен уступить место и время моделированию в обучении профессионально направленных, междисциплинарных и других ситуаций, проведению различных компьютерных практикумов.

Рассмотрим далее общедидактический принцип профессиональной направленности. Этот принцип обучения впервые был разработан в профессионально-технической педагогике и был призван играть в ней ведущую роль. В 1960-е гг. одним из основных принципов высшего профессионального образования стал принцип связи обучения с практикой, фактически соединяющий в себе принципы научности и профессиональной направленности.

Позже, к началу 1980-х гг., интерес к принципу профессиональной направленности обучения в высшей школе, означающему связь обучения дисциплинам с будущей профессиональной деятельностью, стал возрастать, и этот принцип постепенно приобрел особое значение, несмотря на то что выходил, как отмечено выше, за рамки знаниевого подхода.

Существует ряд различающихся между собой трактовок этого принципа. Некоторые исследователи понимают по данным термином разновидность межпредметных связей между общеобразовательными, общетехническими, фундаментальными дисциплинами и практическим производственным обучением и полагают, что сущностью этого принципа является применение общеобразовательных и общетехнических знаний в определенной области профессиональной подготовки.

Однако к концу 1980-х гг. сложилось понимание профессиональной направленности обучения в вузе, близкое к современному и состоящее в том, что в обучении необходимо моделировать контекст будущей профессиональной деятельности студента (С. А. Баляева, А. А. Вербицкий, З. А. Решетова).

В последующие годы была создана развитая психолого-педагогическая теория контекстного (профессионально направленного) обучения (А. А. Вербицкий, его научно-педагогическая школа и др.) [10, 11].

В рамках этой теории контекстный подход в обучении был развит и расширен до контекстного обучения, а принцип профессиональной направленности обучения был уточнен и детализирован следующими принципами контекстного обучения:

- принципом психолого-педагогического обеспечения личностного включения студента в учебную деятельность;
- принципом последовательного моделирования в ней контекста профессиональной деятельности;
- принципом проблемности содержания и его развертывания;
- принципом адекватности форм учебной деятельности целям и содержанию обучения;
- принципом ведущей роли совместной деятельности субъектов учебного процесса;
- принципом обоснованного сочетания новых и традиционных технологий обучения;
- принципом единства обучения и воспитания личности профессионала.

Применительно к предметной области математики контекстное обучение математике означает, что содержание учебного материала, формы, методы и средства обучения должны соответствовать системной логике построения курса и моделировать познавательные и практические задачи профессиональной деятельности будущего специалиста.

Профессиональная направленность обучения предполагает уже на первом курсе погружение студента в контекст будущей профессиональной деятельности. Во-первых, это означает включение в содержание обучения профессионально значимых знаний, показывающих связь математических понятий, теорем, методов с будущей профессией и через нее наполняющих изучение математики личностным смыслом, поскольку для студента значимым и важным, как правило, является то, что непосредственно связано с будущей профессией. Одновременно с этим формируется психологическая готовность студента применять математические знания в дальнейшей работе. Во-вторых, профессиональная направленность обучения математике подразумевает организацию квазипрофессиональной деятельности студента –

учебно-познавательной деятельности, моделирующей математический аспект его будущей работы.

Контекстное обучение математике обеспечивает один из основных структурных элементов содержания обучения – опыт осуществления эмоционально-ценностных отношений в форме личностных ориентаций студента, тем самым повышая качество математических знаний, умений и навыков; кроме того, оно непосредственно способствует формированию компетенций, связанных с применением знаний, умений и навыков по математике в профессиональной деятельности.

Именно профессионально направленное обучение соответствует и второй составляющей цели обучения математике – формированию навыков математического моделирования в области будущей профессиональной деятельности. В самом деле, наличие этих навыков свидетельствует об опыте решения учебных профессионально направленных математических задач, который может быть получен в лишь условиях профессионально направленного обучения: в процессе рассмотрения таких задач на занятиях, в проблемных ситуациях, деловых играх и т. п. Фактически, в контекстном обучении математике формируются навыки применения знаний на практике.

Важной стороной реализации профессиональной направленности обучения математике является формирование содержания обучения, которое требует введения профессионально значимого материала. В процессе реализации принципа профессиональной направленности могут проявляться такие нежелательные тенденции, как ранняя профилизация курса математики. Преждевременная профилизация противоречит принципу фундаментализации обучения, и потому следует избегать отрывочных, фрагментарных сведений из специальных дисциплин, изучающихся на старших курсах. Необходимо формировать у студентов умение выполнять широкий комплекс мыслительных операций, аналоги которых они должны будут выполнять в профессиональной деятельности.

Найти оптимальное соотношение фундаментальности и профессиональной направленности обучения математике является сегодня непростой научно-методической задачей. Кроме того, существует и субъективный фактор: чтобы показать студенту роль математики в инженерной деятельности, преподаватель должен иметь большой педагогический опыт и хорошо разбираться в соответствующей инженерной тематике.

Таким образом, в компетентностном подходе контекстное обучение математике соответствует целям обучения математике в инженерном вузе – формированию математической компетентности студентов. Для этого в обучении математике необходимо полноценно реализовать принцип профессиональной направленности обучения, который, как мы видим, выходил за рамки знаниевого подхода.

Рассмотрим принцип информатизации обучения. В настоящее время, в условиях формирования информационного общества, роль этого принципа значительно возрастает. За последние годы российская экономика перешла на качественно новый уровень информатизации. Как показало проведенное нами исследование на ряде промышленных предприятий, сегодня инженеры используют в своей работе для проведения расчетов отраслевые пакеты прикладных программ, выбор которых определяется технологической политикой предприятия, а не предпочтениями самого работника.

В такой ситуации необходимо формировать у студентов инженерного вуза не только общекультурные и профессиональные компетенции, но и такие качества личности, которые обеспечивают его готовность использовать полученные знания в единстве с ИКТ – именно комплексное применение предметных знаний и компьютерных технологий необходимо во многих сферах профессиональной деятельности. Для этого, конечно, необходимы соответствующие методики обучения.

Обычно формирование способности использовать ИКТ относят к обучению информатике или дисциплинам, связанным с информатикой и

информационными технологиями. Суть проблемы состоит в том, чтобы в обучении математике создать условия, способствующие формированию качеств личности, синтезирующих не только знания по математике и навыки математического моделирования, но и умения использовать при этом ИКТ.

Таким образом, реализация в обучении математике студентов инженерных вузов принципа информатизации, адекватная потребностям информационного общества, способна внести значительный вклад формирование математической компетентности.

Наконец, перейдем к принципу междисциплинарных связей. Общеобразовательный принцип междисциплинарных (межпредметных) связей в обучении подразумевает согласованное изучение теорий, законов, понятий, методов познания и методологических принципов, общих для родственных дисциплин, а также формирование общих для них видов деятельности и систем отношений. Вполне соответствуя знаниевому подходу в обучении, он, однако, не в полной мере отвечает требованиям компетентностного подхода.

Во-первых, связи между дисциплинами предполагаются заданными и статичными, поскольку определяются исключительно общностью теорий, законов, понятий и методов, присущих дисциплинам, называемым родственными.

Во-вторых, общеобразовательный принцип не выделяет компетентностную сущность междисциплинарных связей, состоящую в том, что, получая опыт междисциплинарного применения знаний, студенты учатся применять их в будущей работе. Таким образом, в компетентностном подходе принцип междисциплинарных связей, будучи наполненным новым содержанием, развивающим его понимание в знаниевом подходе, имеет значительный потенциал для формирования математической компетентности студентов инженерных вузов.

Резюмируя вышеизложенное, мы считаем, что принципы профессиональной направленности, междисциплинарных связей,

фундаментализации и информатизации, названные дидактическим базисом компетентностного обучения в вузе, действительно имеют значительный потенциал в компетентностном подходе при формировании математической компетентности студентов инженерного вуза, далеко не реализованный к настоящему времени.

Как видно, сущность перехода в обучении математике студентов инженерного вуза от знаниевого обучения к компетентностному состоит в комплексной, интегративной реализации принципов дидактического базиса компетентностного обучения:

- профессиональной направленности;
- междисциплинарных связей;
- фундаментализации;
- информатизации.

Очевидно, что каждый базисный общедидактический принцип порождает соответствующий ему подход в обучении математике, направленный на реализацию этого принципа обучения. Имеются следующие пары соответствующих принципов и подходов:

- принцип профессиональной направленности – контекстный подход;
- принцип междисциплинарных связей – междисциплинарный подход;
- принцип фундаментализации – фундаментализация обучения;
- принцип информатизации – предметно-информационный подход.

Комплексная реализация принципов дидактического базиса означает комплексное использование соответствующих им подходов к обучению. Кроме того, следует учитывать ведущую роль компетентностного подхода, в котором определены цели и результаты обучения, отличающиеся от таковых в знаниевом подходе.

Таким образом, на основе методологического анализа эволюции государственных образовательных стандартов ВПО первого – третьего поколений, научно-педагогического анализа опыта практического использования различных подходов в обучении математике студентов в

российских инженерных вузах, начиная с 1960-х гг. и теоретического анализа общедидактических принципов обучения мы приходим к теоретическому обоснованию актуальности полипарадигмального подхода в обучении математике студентов инженерного вуза как основного методологического подхода к формированию математической компетентности, включающего такие подходы в обучении, как компетентностный; контекстный; междисциплинарный; фундаментализация; предметно-информационный.

Возникает научная задача обоснования возможности комплексного использования рассмотренных подходов (полипарадигмального подхода) в обучении математике, которая будет рассмотрена ниже.

1.3. ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛИПАРАДИГМАЛЬНОГО ПОДХОДА В ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНОГО ВУЗА

Проблема обоснования возможности комплексной реализации фундаментализации как подхода в обучении, а также компетентностного, контекстного, междисциплинарного, предметно-информационного подходов приводит к необходимости изучения возможности их попарной «совместимости», непротиворечивости способов и условий достижения целей и результатов обучения, предусмотренных этими подходами.

Так, компетентностный подход предусматривает цели и результаты обучения, которые можно обобщенно выразить формулой «знания, умения и навыки плюс способность и готовность применять их в профессиональной деятельности». Отсюда понятно, что в рамках компетентностного подхода дополняют друг друга фундаментализация, которая направлена на формирование системообразующих знаний, умений и навыков по математике, а также контекстный, междисциплинарный и предметно-информационный подходы, направленные на формирование способности и готовности применять эти знания, умения и навыки в профессиональной деятельности.

С учетом этого следует рассмотреть совместимость и непротиворечивость, с одной стороны, фундаментализации, а с другой стороны – контекстного, междисциплинарного и предметно-информационного подходов, а также изучить возможные результаты их комплексного использования.

В самом деле, понятно, что практикоориентированные контекстный, междисциплинарный и предметно-информационный подходы непосредственно направлены на формирование готовности студентов применять знания, а фундаментализация – на формирование базовых предметных знаний, и потому их результаты, как может показаться, лежат в разных плоскостях: «компетентностной» и «знаниевой», что и актуализирует вопрос о возможности интеграции этих подходов в обучении математике.

Рассматривая возможность совместного использования подходов, представленных в сочетаниях фундаментализация – контекстный подход; фундаментализация – междисциплинарный подход; фундаментализация – предметно-информационный подход, достаточно ограничиться первым случаем; для остальных рассмотрение по сути аналогичное.

По нашему мнению, для того чтобы делать выводы о качестве математических знаний в тех или иных дидактических условиях, необходимо проанализировать динамику в этих условиях системы качеств, характеризующих полноценные знания. Исследуя динамику отдельных качеств математических знаний в процессе обучения, можно проектировать этот процесс таким образом, чтобы получить определенное качество фундаментальной математической подготовки в целом.

По-видимому, возможны различные подходы к изучению качеств (компонентов, характеристик) знания. Нам представляется наиболее продуктивным подход к изучению качеств знания, разработанный И. Я. Лернером [16]. Согласно его теории, к числу качеств знаний личности следует отнести полноту и глубину, оперативность и гибкость, конкретность

и обобщенность, свернутость и развернутость, систематичность и системность, осознанность и прочность, которые состоят в следующем:

– полнота знаний – *количество* программных знаний об изучаемом объекте (предмете);

– глубина – совокупность осознанных учащимся знаний *связей* и отношений между знаниями;

– оперативность – умение использовать знания в *однотипных* ситуациях;

– гибкость – умение самостоятельно находить вариативные способы применения знаний в *измененных* условиях;

– осознанность – *понимание* связей, отношений между знаниями, нахождение путей их получения, умения доказывать.

Первыми тремя качествами знаний обусловлены следующие:

– конкретность – умение разложить знания на *элементы*, раскрыть конкретные проявления обобщенного знания;

– обобщенность – умение выразить конкретные знания в *обобщенной* форме;

– свернутость – умение формулировать знание *компактно*, уплотненно, свернуто;

– развернутость – умение переходить от компактной к *развернутой* формулировке знания;

– систематичность – осознание *состава* некоторой совокупности знаний в их иерархической и последовательной связи;

– системность – осознание *места* знания в структуре научной теории.

– прочность – устойчивое *сохранение* в памяти устойчивых знаний и способов его применения, а также готовность вывести необходимые знания на основе других.

Отметим, что прочность знаний играет значительную роль как в знаниевом подходе, направленном на формирование системы прочных остаточных знаний, знаний «с запасом», знаний «впрок», так и в

компетентностном подходе – в условиях фундаментализации, направленной на формирование прочных базовых, универсальных знаний, образующих фундаментальное ядро знаний по дисциплине.

Существуют определенные взаимодействия между всеми этими двенадцатью качествами знаний, однако все они относительно самостоятельны и ни одни из них не могут быть заменены другими [16].

Очевидно, что, используя теорию качеств знаний, можно найти новые пути улучшения фундаментальной математической подготовки. Это теория, разработанная в рамках дидактики общего образования, безусловно, является актуальной и для высшего профессионального образования.

Нам представляется, что применительно к профессиональному образованию справедливо следующее положение: профессионально направленное обучение математике позволяет повысить качество математических знаний и, следовательно, улучшает фундаментальную математическую подготовку или, более точно, контекстное обучение повышает качество фундаментальной математической подготовки студента. Достичь это можно следующими путями:

– непосредственно – улучшая такие качества математических знаний, как глубина, гибкость, оперативность, свернутость, систематичность, осознанность, прочность;

– и опосредованно – через мотивацию изучения математики – улучшая полноту, конкретность, обобщенность, развернутость и системность знаний.

Действительно, контекстное обучение вырабатывает у студентов навыки применения математических знаний к исследованию (математическому моделированию) самых разнообразных объектов в изменяющихся условиях и, следовательно, способствует формированию *гибкости* знаний. Не умаляя значения каких-либо характеристик, мы остановимся на тех из них, на которые, по нашему мнению, контекстное обучение оказывает наибольшее влияние.

Прежде всего к таким качествам относится *полнота* знаний. Если контекстное обучение охватывает все разделы курса математики, то у студентов формируется устойчивый интерес к предмету в целом. При этом вырабатываются навыки математического моделирования, опирающиеся на широкий круг математических знаний и методов. Контекстное обучение, осуществляемое системно, позволяет изучать все разделы в одном ключе, демонстрируя студентам широкие возможности математической науки, ее прикладной потенциал, акцентируя внимание на то, что большинство разделов математики являются профессионально значимыми и могут найти применение в их дальнейшей инженерно-практической и научно-исследовательской работе.

Таким образом, контекстное обучение в рамках всего курса математики способствует достижению полноты знаний по математике у студентов.

Качеством, на которое существенно влияет контекстное обучение, является и *глубина* знаний. Как уже отмечалось, контекстное обучение способствует формированию навыков построения математических моделей. Для их исследования часто необходимы знания из различных разделов математики, в том числе знания, не связанные между собой при традиционном последовательно-логическом изложении курса.

В процессе решения таких задач у студентов формируются новые осознанные связи между знаниями, т.е. их знания становятся более глубокими.

Таким образом, контекстное обучение улучшает такие качества знаний, как их глубина и осознанность.

Повышение мотивации к изучению математики формируется у студента, если в процессе обучения реализованы следующие условия:

- студент понимает, что навыки решения прикладных задач математическими методами полезны ему также при изучении других дисциплин;

– студент осознает, что в процессе рассмотрения такого рода задач его математические знания становятся более глубокими.

Контекстное обучение способствует лучшему пониманию математики студентами. Реализуя принцип доступности, преподавателю следует учитывать психологическую сущность понимания, а значит, систематически использовать в квазипрофессиональной деятельности метод математического моделирования, особенно важный для инженерных вузов.

Можно сделать вывод, что фундаментализация обучения математике может эффективно сочетаться с контекстным обучением математике студентов инженерного вуза (аналогично – с компетентностным, междисциплинарным и предметно-информационным подходами). Тем самым получено диверсифицированное обоснование возможности комплексного использования основных подходов в обучении математике в инженерном вузе.

В следующей главе перейдём к вопросам реализации концепции полипарадигмального подхода в адаптивном электронном обучении математике.

Выводы по главе 1

Готовность выпускника к профессиональной деятельности определяется в терминах его личностных качеств, что открывает дополнительные возможности в проектировании подходов в обучении математики, направленных на формирование математической компетентности.

При рассмотрении целей и задач обучения математике студентов инженерного вуза возникает научная идея комплексно использовать различные подходы при ведущей роли компетентностного подхода.

На основе методологического анализа эволюции государственных образовательных стандартов ВПО первого – третьего поколений, научно-

педагогического анализа опыта практического использования различных подходов в обучении математике студентов в российских инженерных вузах приходим к теоретическому обоснованию актуальности и возможности полипарадигмального подхода в обучении математике студентов инженерного вуза как основного методологического подхода к формированию математической компетентности, включающего такие подходы в обучении, как компетентностный; контекстный; междисциплинарный; фундаментализация; предметно-информационный.

Глава 2. КОНЦЕПЦИЯ АДАПТИВНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ В ИНЖЕНЕРНОМ ВУЗЕ

2.1. Новый уровень информатизации общества и математическая подготовка будущих инженеров

В последние годы многие российские предприятия перешли на качественно новый уровень информатизации конструкторской, проектно-технологической и производственно-управленческой деятельности. Сегодня она осуществляется на основе специальных ИКТ: инженеры исследуют математические модели техники и производственных процессов, проводят расчеты, используя отраслевые пакеты прикладных программ различного назначения, выбор которых определяется технической политикой компании. Впрочем, повышение роли информационных технологий характерно для компаний любого профиля деятельности; сегодня многие из них – предприятия нового, информационного, типа, управлять которыми с помощью ИКТ можно практически из любой точки Земли.

Эти изменения в инженерной деятельности можно считать проявлением общей тенденции в российской экономике – расширением так называемого пятого технологического уклада, основанного на ИТ и состоящего в интенсивном развитии таких отраслей, как микроэлектроника, информатика, биотехнологии, атомная энергетика, космические технологии, связь и навигация. Этот уклад, по мнению ряда исследователей, приходит на смену четвертому, основанному на массовом производстве товаров длительного спроса: автомобилей, электронных средств связи, самолетов и т.п. Роль ИКТ как интеллектуального инструмента производства сохранится и при освоении в ближайшие десятилетия шестого технологического уклада, в основе которого, по мнению экспертов, будут нанотехнологии.

Выпускники вузов, конечно, должны быть подготовлены к новому уровню информатизации профессиональной деятельности, и ее подготовку

следует начинать с использования электронного обучения математике. Прогнозируемое будущее производства позволяет понять важность ИКТ в формировании компетентности студентов и уточнить задачи обучения этим дисциплинам. В частности, очевидно, что сегодня необходимо готовить студентов к тому, чтобы они, быстро осваивая и используя новые ИКТ, могли более эффективно применять знания в профессиональной деятельности.

Идея использовать ИКТ в обучении математике, конечно, не нова, попытки интеграции математических методов, компьютерной техники и программирования уже предпринимались. Чтобы понять, почему уровень интеграции сегодня явно недостаточен, коснемся истории вопроса.

К началу 60-х годов прошлого века развитие вычислительной техники привело к появлению в инженерных вузах дисциплины «Математические машины и программирование» – предшественницы современной «Информатики». Через несколько лет, усиливая инженерно-практическую направленность, вместо нее стали изучать «Вычислительную технику в инженерных и экономических расчетах» (ВТИЭР).

Однако для преподавателей ВТИЭР большинства инженерных вузов вопросы математического моделирования объектов и процессов, связанных со специальностью студентов, были непростыми в содержательном и методическом плане, и потому в рамках этой дисциплины рассматривались, в основном, типовые задачи вычислительной математики. Возрастающее внимание приходилось уделять языкам программирования, трудоемкому процессу написания и отладки программ. Как итог, надежды на «интегративную» роль ВТИЭР не вполне оправдались: ее цели и задачи, по сути, вернулись к первоначальным, чисто «информационным», что и закрепило изменившееся название дисциплины – «Вычислительная техника и программирование». Дисциплина же «Высшая математика» оставалась несколько в стороне от применения ИКТ.

Еще одна попытка решить проблему интеграции была предпринята в конце 80-х годов прошлого века, когда в примерные учебные планы многих

инженерных специальностей была включена дисциплина «Высшая математика. Математические модели в расчетах на ЭВМ». Тем самым «информационно-прикладную» составляющую предполагалось перенести в обновленный курс математики. Однако и это решение не привело к быстрому эффекту – многие преподаватели математики недостаточно знали как инженерную проблематику специальностей, так и информационные технологии, к тому же, большинство вузов страдало от нехватки вычислительной техники. Постепенно во многих из них ИКТ «ушли» из этой дисциплины, которая впоследствии стала «Математикой»; развитие же ИКТ привело к преобразованию вышеупомянутой дисциплины «Вычислительная техника и программирование» в «Информатику» – такое положение существует и сегодня.

Однако сегодня существуют и новые реалии – совокупность условий, позволяющих, на наш взгляд, усилить связи между математикой и информатикой в вузе, в частности, более широко использовать ИКТ в обучении математике: 1) выраженная потребность экономики в изменении информационной подготовки выпускников; 2) существенное снижение в вузах дефицита компьютерной техники; 3) возросший уровень подготовки преподавателей математики в области ИКТ и возможности ее улучшения.

Чтобы понять, в чем именно должна состоять интеграция дисциплины «Математика» и ИКТ, и уточнить задачи обучения, вновь прибегнем к взгляду со стороны будущей профессиональной деятельности. Именно он позволяет отнести к числу задач обучения информатике формирование: не только фундаментальных знаний об информации и компьютерной технике, умений пользоваться существующим информационным инструментарием, но и понимания роли ИКТ как инструмента решения наукоемких задач профессиональной деятельности, психологической готовности к освоению новых, будущих ИКТ и знаний методологии их освоения.

Использованию ИКТ в расчетах предшествует построение математической модели – научиться этому студент может и должен, изучая

математику. Необходимо также, чтобы он учился исследовать математические модели так, как это делается в профессиональной деятельности: применяя и математические знания, и ИКТ. Сегодня, как уже отмечалось, использованию ИКТ при исследовании математических моделей уделяется недостаточно внимания.

По нашему мнению, полноценным внедрением ИКТ в обучение математике является переход к электронному обучению.

2.2 Концепция проектирования адаптивного электронного обучающего курса математике

Дальнейшее развитие электронного обучения и дистанционных образовательных технологий обозначено как обязательная составляющая формирования информационного пространства знаний в соответствии с Указом Президента РФ «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы» [26]. В мировой образовательной системе в условиях формирования новых образовательных технологий распространение получает индивидуализация образовательного процесса в электронной среде.

Отметим, что в связи с необходимостью повышения качества инженерного образования, российское образовательное сообщество рекомендует наряду с российскими государственными образовательными стандартами ориентироваться также и на международные: такие как CDIO (Conceive, Design, Implement, Operate), EUR-ACE (European Accredited Engineer) и другие (LINKS). Например, в основе идеологии CDIO заложена универсальная модель освоения образовательных программ в области техники и технологий. Цель CDIO состоит в том, чтобы выпускники вуза были способны создавать новые продукты или инновационные технические идеи, осуществлять конструкторские работы и внедрять результаты в производство. Направленность этого международного проекта –

профессионально-практическая, способствующая устранению противоречий между теорией и практикой в инженерном образовании. Основным преимуществом внедрения международных стандартов инженерного образования в учебный процесс является системная интеграция современных образовательных технологий, в том числе электронных, с инженерными задачами, которые требуют высокого уровня математической компетентности. Данная идеология способна оказать влияние на проектирование обучения математике студентов инженерного вуза в электронной среде.

Одним из перспективных направлений развития высшего образования, в частности, инженерного, является адаптивное электронное обучение, которое позволяет обучающемуся построить индивидуальную образовательную траекторию с учетом его личностных характеристик и предпочтений [1, 3-5, 8, 9, 12, 14, 17, 21, 30-44]. Современные тенденции развития мирового электронного образовательного пространства определяют необходимость разработки и внедрения адаптивных обучающих интеллектуальных сред и ресурсов.

Перспективным направлением в области повышения качества обучения математическим дисциплинам выступает разработка и применение адаптивных электронных образовательных ресурсов, опыт разработки и применения которых в высших учебных заведениях в настоящее время чрезвычайно ограничен и не предполагает универсальности использования.

Под адаптивными образовательными ресурсами в электронной среде понимаются электронные образовательные ресурсы, которые предоставляют студенту персональное образовательное пространство, наполненное математическим контентом, который «подстраивается» под индивидуальные характеристики обучающихся и обеспечивает их необходимой информацией [30-35]. В качестве индивидуальных характеристик обучающихся выступают уровень усвоения материалов дисциплины и активность в электронном курсе. Спектр функциональных задач решаемых при помощи адаптивных

образовательных ресурсов, реализуемых в системах электронного обучения чрезвычайно широк, начиная от организации самостоятельной работы студентов и построения дистанционного обучения до развития профессиональных компетенций в условиях современного тренда «life long learning».

Ключевыми задачами при разработке адаптивных образовательных ресурсов по математическим дисциплинам выступают структурирование образовательного математического контента, построение нормативной модели обучающегося, а также разработка алгоритмов и методов автоматизированной навигации участников образовательного процесса в системе электронного обучения [36-40].

Для решения каждой из этих задач необходимы формализация набора параметров, разработка подсистем и алгоритмов и определение педагогических методов и принципов, совокупность которых позволяет реализовать непрерывный образовательный процесс в адаптивной электронной среде и осуществлять построение индивидуальной образовательной траектории. Обзор существующих образовательных практик в области моделей и подходов к реализации адаптивных образовательных ресурсов и сред позволил выделить разработку методов построения индивидуальных образовательных траекторий [41-44], подходов к моделированию предметных областей дисциплин [36-37], формирование моделей поведения обучаемых [37-39] и разработку алгоритмов адаптации в обучающих системах и средах [8, 9].

Все эти подходы и их решения предоставляют широкий набор функциональных возможностей для построения адаптивных обучающих систем, но для применения их в области обучения математики в условиях интенсивного развития ИКТ необходима их модернизация и интеграционное развитие.

Разработка электронного курса обучения математике представляет собой непростую задачу. Это связано, в частности, с особенностями

представления математического контента, решения и проверки многошаговых задач. Кроме этого, подавляющее большинство электронных обучающих курсов по математике не являются адаптивными. Отметим, что существующие адаптивные веб-ориентированные образовательные системы не используются при обучении конкретным дисциплинам в школе или университете.

Основное развитие электронного обучения в академической среде идет по пути создания электронных обучающих курсов на основе (relay on) так называемых систем управления обучением (learning management systems, LMS), которые предоставляют широкие возможности, как преподавателям, так и обучающимся [31-33]. Преподаватели используют LMS для разработки образовательного контента и контрольно-измерительных материалов, общения со студентами, а также организации учебного процесса, в том числе с применением активных методов обучения. Студентам LMS дает возможность взаимодействия между собой и с преподавателем, организации совместной работы, а также мониторинга своего прогресса при изучении курса.

Рассматривая, как было показано в главе 1, обучение математике на основе полипарадигмального подхода, анализируя зарубежные стандарты и мировой опыт обучения в электронной среде, мы предлагаем концепцию проектирования адаптивных электронных обучающих курсов, основанную на следующих принципах:

- персонализация (обеспечение индивидуализации учебного процесса в электронной образовательной среде, построение индивидуальной образовательной траектории);
- целостность (формирование целостного восприятия дисциплины обучающимся);
- вариативность (учебный контент должен иметь различные формы представления);

- преемственность (учебный контент должен быть связан со знаниями, полученными ранее);
- мотивационно-интеллектуальное вовлечение студентов в процесс обучения математике;
- направленность (обеспечение достижения результатов обучения);
- релевантность (содержание обучения должно быть актуальным для обучающегося и находиться в контексте будущей профессиональной деятельности);
- преподаватель является разработчиком образовательного контента, организатором и координатором процесса обучения.

Предложенная концепция, основанная на указанных принципах, может быть использована для разработки адаптивного электронного обучающего курса математической дисциплины.

2.3 Разработка и реализация адаптивного электронного обучающего курса, направленного на формирование математической компетентности

Данный раздел включает вопросы разработки алгоритмов адаптации математического образовательного контента и их реализации в системе электронного обучения. Особенностью предложенного подхода является возможность его применения и тиражирования в адаптивных электронных обучающих ресурсах (АЭОР), реализуемых в системах управления обучением, в том числе на платформе электронного обучения Learning Management System (LMS) Moodle. Новизной предложенного подхода выступает организация алгоритмов адаптации содержания образовательного контента в трехступенчатой системе «вводная адаптация контента» (адаптация содержания вводных материалов дисциплины на основе начального уровня студентов) – «текущая адаптация контента» (адаптация математического контента на основе текущих результативных действий

студентов в адаптивном электронном ресурсе) – «оценочно-корректирующая адаптация» (адаптация нормативных параметров уровня усвоения материалов с учетом достигнутых студентами учебных результатов). На этапе вводной адаптации осуществляется оценка начального уровня подготовки обучающихся к изучению материала дисциплины. При необходимости осуществляется коррекция уровня подготовки студентов путем персонального предоставления обучающих, информационно-справочных и других материалов. На этапе текущей адаптации производится адаптация содержания учебного контента образовательного ресурса в зависимости от текущего уровня усвоения материала, то есть материалы «адаптируются под знания и умения студента и позволяют заполнить слабые места». Этап оценочно-корректирующей адаптации предполагает корректировку нормативных параметров уровня усвоения материалов дисциплины на основе анализа полученных результатов группового уровня освоения материалов АЭОР.

Перейдем к рассмотрению алгоритмов адаптации математического образовательного контента в АЭОР. Предложенные алгоритмы апробированы при разработке АЭОР в виртуальной обучающей среде LMS Moodle, широчайший функционал управления учебной деятельностью в электронной среде которой, делает ее одной из самых распространенных и используемых систем для разработки электронных обучающих ресурсов в российских и зарубежных высших учебных заведениях. Она включает оценку начального уровня подготовки, выявление пробелов необходимых (базовых) математических знаний, препятствующих качественному усвоению нового материала преподаваемой дисциплины.

На основе оценки уровня начальной подготовки рекомендуется разделить всех студентов условно на три группы: «низкий» уровень подготовки с входным баллом в полуинтервале $[0;50\%)$, «средний» с входным баллом в полуинтервале $[50;75\%)$ и «высокий» уровень подготовки с входным баллом в интервале $[75\%;100\%]$. Студентам групп с «низким» и

«средним» уровнем персонально рекомендованы дополнительные корректирующие материалы, которые позволят восполнить недостающие математические знания и в дальнейшем быстрее усвоить материал, а также уменьшить трудозатраты на изучение дисциплины. Таким образом, на данном этапе для каждого студента начинает строиться индивидуальная образовательная траектория и к началу изучения материалов дисциплины в адаптивном электронном обучающем ресурсе все достигают уровня подготовки, достаточного для освоения курса. В процессе обучения в адаптивном электронном образовательном ресурсе реализуются следующие два этапа адаптации образовательного контента: текущая и оценочно-корректирующая. Структурирование образовательного контента адаптивного электронного образовательного ресурса по дисциплинам математического цикла предлагается производить путем выделения минимальных теоретических единиц, представляющих собой семантически законченные микропорции учебного материала, называемые *термами* и определения последовательности их изучения. Подробнее принципы построения модели образовательного контента, основанной на логико-гносеологическом анализе, изложены в работах [8, 9].

Система адаптации образовательного контента такова, что возникает необходимость представлять его в различных формах, так в АЭОР для каждого термина математического контента в связи с высоким уровнем абстракции и сложностью восприятия математических дисциплин предлагается использовать не менее трех редакций изложения, каждая из которых отличается друг от друга степенью детализации материала и формой его представления: текстовые, графические, аудио и видео материалы. В работе изложение редакций терминов образовательного контента основано на уровнях сформированности математической компетентности.

Мы выделим следующие уровни: уровень воспроизведения, уровень установления связей и зависимостей и уровень рассуждения. Изложение термина математического контента в редакции первого уровня

(воспроизведения) строится таким образом, что дает представление о применении в знакомой ситуации фактов и стандартных приемов, знакомит с математическими объектами и их свойствами, стандартными выражениями и формулами, демонстрирует выполнение стандартных процедур и известных алгоритмов и непосредственное выполнение вычислений и преобразований.

Изложение термина математического контента в редакции второго уровня установления связей и зависимостей содержит наряду с материалом термина первого уровня также материал демонстрирующий примеры установления связей и зависимостей между данными в условии задач, а также подходы анализа условий задач и приемы интеграции математических методов и знаний при их решении, а также примеры решения математических задач, которые, хотя и не являются типичными, но все же знакомы учащимся или в очень малой степени выходят за рамки известного.

Изложение термина математического контента в редакции уровня рассуждений включает материалы, направленные на развитие навыков самостоятельности и инициативности, включает проблемный подход к изложению материала, побуждает студентов к самостоятельному формированию алгоритмов решения задач, интегрированию знаний всего курса и объяснению и обоснованию полученных результатов.

Предложенное наполнение редакций образовательного контента отражает специфику формирования математической компетентности. Особенностью модели построения АЭОР является возможность улучшения уровня освоения материала путем изучения термов образовательного контента дисциплины в редакциях изложения, соответствующих текущему уровню усвоения материала (уровню сформированной математической компетентности).

Результативные действия обучающихся инициируют автоматизированный переход к изучению материалов следующего термина или повторению материалов текущего термина в другой редакции изложения. Процесс проверки усвоения материалов термина осуществляется

систематически с помощью контрольно-измерительных материалов. Для каждого обучающегося после изучения очередного термина предлагаются две попытки проверки его усвоения. При этом засчитывается всегда последняя попытка.

Таким образом, после первой попытки студент решает, будет ли он улучшать свой результат или посчитает его достаточным и перейдет к изучению следующего термина курса в редакции, соответствующей его достигнутому уровню. При превышении числа допустимых попыток и в случае неудовлетворительных результатов освоения материала по термину предлагается консультация с преподавателем дисциплины.

Таким образом, для каждого обучающегося реализуется индивидуальная образовательная траектория и формируется персональное пространство учебных материалов, наполненное математическим контентом, ориентированным на индивидуальные характеристики студента и «подстраиваемым» под его уровень усвоения материала, что содействует повышению качества образовательного процесса по математическим дисциплинам. Процесс проверки усвоения материалов по каждому термину реализуется в триаде «знания-умения-владения».

Процесс проверки знаний состоит в контроле усвоения понятий термина. Умения представляются как операции над изученными понятиями и включают специальные операции предметной области дисциплины. Оценка владения материалом организуется через элементы АЭОР (задания и тесты), выполнение которых ограничено заданным временем. Комплексный мониторинг представленной триады позволяет оценить уровень сформированности математической компетенции, выражающейся в способности применять знания математических дисциплин в профессиональной деятельности. Назначением оценочно-корректирующей адаптации является оценка и корректировка нормативных значений уровня усвоения материалов АЭОР, выступающих параметрами перехода между редакциями материалов и терминами образовательного контента.

Первоначально нормативные значения устанавливаются на основе экспертной преподавательской оценки. Далее по результатам проверки усвоения материалов и оценки приобретенных знаний, умений и владения обучающихся в адаптивном электронном обучающем ресурсе осуществляется корректировка начальных нормативных значений. В качестве нормативных значений выступают пороговые значения, определяемые как среднее значение по группе обучающихся. В процессе экспериментальной апробации предложенного в работе алгоритма применена двухитерационная система оценочно-корректирующей адаптации. В настоящее время стоит вопрос об оптимизации количества итераций процесса оценочно-корректирующей адаптации и формализации условий останова процесса корректировки нормативных значений оценки уровня усвоения материалов АЭОР.

Техническая реализация предложенной схемы адаптации осуществлена в LMS Moodle при помощи наложения ограничений на учебные элементы электронного ресурса: отслеживания выполнения элемента – изучения определенной редакции термина или прохождения контрольной точки и отслеживания уровня усвоения термина. Настройка элементов адаптивного электронного обучающего ресурса на основе предложенного подхода позволяет реализовать многовариантность представления учебной информации в рамках единого электронного курса и сформировать для каждого студента индивидуальный профиль представления математического контента.

Апробация предложенных в работе алгоритмов к организации адаптации математического образовательного контента осуществлена в адаптивном электронном обучающем ресурсе по дисциплине «Дискретная математика», разработанном на базе системы управления обучением Moodle для направления 09.03.02 – «Информационные системы и технологии» Института космических и информационных технологий Сибирского федерального университета.

В эксперименте приняли участие 121 студент экспериментальной группы выбранного направления и 119 студентов контрольной группы направления 09.03.01 – «Информатика и вычислительная техника». Распределение студентов по количеству подходов к изучению материалов адаптивного электронного обучающего ресурса представлено на рис. 6. Подавляющее большинство студентов освоили материал в адаптивном электронном обучающем ресурсе самостоятельно. Только двум процентам студентов понадобилась эпизодическая поддержка преподавателя при изучении материалов курса, причем большинство возникших вопросов были связаны с техническими особенностями доступа к АЭОР.

Также для оценки предложенного подхода было проведено анкетирование студентов экспериментальной группы, которое продемонстрировало положительную реакцию обучающихся на внедрение предложенных системы и алгоритмов адаптации образовательного контента математической дисциплины.

Например, при оценке адаптивности к уровню освоения материала 67,4% респондентов отметили вариант «высокий уровень адаптивности», 28,3% посчитали «уровень адаптивности скорее высокий» и всего 4,3% выбрали вариант «не знаю». 86,1% респондентов отметили повышение мотивации к изучению дисциплины в адаптивном электронном образовательном ресурсе, 13,8% воздержались от ответа и лишь для 1,1% предложенный подход показался скорее неинтересным, за полное отсутствие интереса к методам адаптации образовательного контента не высказался никто. 67% студентов отметили, что изучение дисциплины в адаптивном электронном обучающем ресурсе способствует лучшему усвоению предмета по сравнению с традиционным обучением, 15% отметили значимость предложенного подхода и 18% затруднились дать ответ на этот вопрос.

Таким образом, апробация предложенных в работе алгоритмов в организации адаптации образовательного контента в адаптивном электронном обучающем ресурсе по дисциплине «Дискретная математика»

показала продуктивность использования предложенной системы в процессе формирования математической компетентности студентов.

Выводы по главе 2

Представлен новый подход к организации адаптивного обучения математике в электронной среде. Новизной предложенного в работе подхода выступает организация алгоритмов адаптации содержания образовательного контента в трехступенчатой системе: «вводная адаптация контента» (адаптация содержания вводных материалов дисциплины на основе начального уровня подготовки студентов) – «текущая адаптация контента» (адаптация математического контента на основе текущих результативных действий студентов в адаптивном электронном ресурсе) – «оценочно-корректирующая адаптация» (адаптация нормативных параметров уровня усвоения материалов с учетом достигнутых студентами учебных результатов).

Апробация предложенных в работе алгоритмов в организации адаптации образовательного контента в адаптивном электронном обучающем ресурсе по дисциплине «Дискретная математика» подтвердила эффективность предложенной системы в процессе формирования математической компетентности студентов.

Заключение

При рассмотрении процесса обучения математике студентов инженерного вуза возникает научная идея комплексно использовать различные подходы при ведущей роли компетентностного подхода.

В результате исследования получено теоретическое обоснование актуальности и возможности полипарадигмального подхода в обучении математике студентов инженерного вуза как основного методологического подхода к формированию математической компетентности, включающего такие подходы в обучении, как компетентностный; контекстный; междисциплинарный; фундаментализация; предметно-информационный. Данные подходы предполагается реализовать в адаптивном электронном обучении математике.

Представлен также новый подход к организации адаптивного обучения математике в электронной среде. Новизной предложенного в работе подхода выступает организация алгоритмов адаптации содержания образовательного контента в трехступенчатой системе: «вводная адаптация контента» (адаптация содержания вводных материалов дисциплины на основе начального уровня подготовки студентов) – «текущая адаптация контента» (адаптация математического контента на основе текущих результативных действий студентов в адаптивном электронном ресурсе) – «оценочно-корректирующая адаптация» (адаптация нормативных параметров уровня усвоения материалов с учетом достигнутых студентами учебных результатов).

Для каждого этапа данной системы представлены оригинальные авторские алгоритмы адаптации математического образовательного контента в адаптивных электронных обучающих ресурсах. Предложенная трехступенчатая система адаптации математического образовательного контента выполняет функции «проводника» студента от начала и до конца

обучения дисциплине, адаптируя обучающие материалы с учетом рассмотренной специфики формирования математической компетентности. Внедрение предложенного подхода к адаптации математического контента в электронном обучающем ресурсе позволяет сформировать для студентов индивидуальные образовательные траектории в рамках гибкого персонализированного учебного графика с многократным контролем процесса самообразования. При использовании представленной в работе системы для каждого студента формируется персональное пространство математического образовательного контента, максимально соответствующее его индивидуальным характеристикам. Применение разработанных алгоритмов в процессе обучения математике в электронной среде позволяет студентам получить результаты, которые ранее были возможны только с преподавателем, тщательно отслеживающим прогресс учеников и разъясняющим им материал.

Проведенный педагогический эксперимент подтвердил продуктивность предложенной концепции обучения и алгоритмов адаптации образовательного контента в процессе формирования математической компетентности студентов. Организация автоматизированной адаптации математического образовательного контента позволяет преподавателю обеспечить индивидуальный подход в обучении студентов в условиях электронной среды, независимо от степени наполняемости групп, обеспечивая простоту построения персонального образовательного сценария для каждого студента.

Дальнейшее развитие предложенного в работе подхода и алгоритмов организации адаптации образовательного контента в трехступенчатой системе предполагается путем разработки формальной модели, включающей управляющие правила корректировки нормативных значений оценки уровня усвоения материалов АЭОР, построенные на основе методов экспертных оценок и теории нечетких множеств.

Библиографический список

1. Анисова Т.Л. Адаптивная система обучения математике как средство формирования математических компетенций учащихся вузов и оценки степени их достижения // *Фундаментальные исследования*. 2012. № 3. С. 265–268.
2. Атанов Г.А. Моделирование учебной предметной области, или предметная модель обучаемого // *Образовательные технологии и общество*. 2001. Вып. 1. Т. 4. С. 111–124.
3. Афанасьев А.Н., Войт Н.Н., Канев Д.С. Разработка авторской интеллектуальной обучающей системы // *Электронное обучение в непрерывном образовании*. 2016. № 1 (3). С. 100–104.
4. Бершадский А.М., Бождай А.С., Мкртчян В.С. Принципы построения общедоступной самоадаптирующейся системы дистанционного обучения на основе модели изменчивости и сервис-ориентированной архитектуры // *Информационные технологии*. 2016. Т. 22. № 2. С. 146–153.
5. Болотова К.П. Разработка информационной системы для формирования индивидуальной образовательной траектории // *Электронное обучение в непрерывном образовании*. 2015. Т. 1. № 1 (2). С. 29–33.
6. Бондаревская Е.В., Кульневич С.В. Парадигмальный подход // *Педагогика*. – 2004. – № 10.
7. Булекбаев Д.А., Катранов А.Г., Морозов А.В. Формирование компетенций в курсе математики // *Труды Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского*. 2015. № 648. С. 192–201.
8. Вайнштейн Ю.В., Есин Р.В., Цибульский Г.М. Адаптивная модель построения индивидуальных образовательных траекторий при реализации смешанного обучения // *Информатика и образование*. 2017. № 2. С. 83–86.
9. Вайнштейн Ю.В., Шершнева В.А., Есин Р.В., Зыкова Т.В. Адаптация математического образовательного контента в электронных обучающих ресурсах // *Открытое образование*. 2017. Т. 21. № 4. С. 4–12.

10. Вербицкий А. Контекстное обучение в компетентностном подходе // Высшее образование в России. – 2006. – № 11.
11. Вербицкий А.А. Проблемы развития профессионального образования с позиций теории контекстного обучения // Инициативы XXI века. – 2009. – №
12. Гаевой В.А., Захаров Д.Ю. Подход к построению адаптивной системы управления обучением // Открытое образование. 2014. № 1(102). С. 65–69.
13. Гура В.В. Теоретические основы педагогического проектирования личностно-ориентированных электронных образовательных ресурсов и сред. Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ. 2007. 320 с.
14. Зайцева Л.В., Буль Е.Е. Адаптация в компьютерных системах на базе структуризации объектов обучения // Образовательные технологии и общество. 2006. 9(1). С. 422–427.
15. Зимняя И.А. Компетентностный подход. Каково его место в системе современных подходов к проблемам образования? // Высшее образование сегодня. – 2006. – № 8.
16. Качество знаний учащихся и пути его совершенствования. / Под ред. М.Н. Скаткина, В.В. Краевского. М., 1978. 208 с.
17. Коляда М.Г. Виды моделей, обучаемых в автоматизированных обучающих системах // Искусственный интеллект. 2008. № 2. С. 28–33.
18. Костенко И.П. Вузовские учебники математики: узел проблем // Педагогика. – 2005. – № 9.
19. Курейчик В.В., Бова В.В. Моделирование процесса представления знаний в интеллектуальных обучающих системах на основе компетентностного подхода // Открытое образование. 2014. № 3 (104). С. 42–48.
20. Маскаева А.М. Проектирование индивидуальных образовательных траекторий обучающихся // Инициативы XXI века. 2010. № 3. С. 23–24.
21. Растрин Л.А. Адаптивное обучение с моделью обучаемого. Рига: Зинатне. 1988. 160 с.
22. Садовников Н.В. Фундаментализация современного вузовского образования // Педагогика. – 2005. – № 7.

23. Старикова О.Г. Полипарадигмальный подход как методологическая основа стратегий развития российского высшего образования // Образование. Наука. Инновации: Южное измерение. – 2010. – № 2 (12).
24. Тельнов Ю.Ф., Казаков В.А., Козлова О.А. Динамическая интеллектуальная система управления процессами в информационно-образовательном пространстве высших учебных заведений // Открытое образование. 2013. № 1 (96). С. 40–49.
25. Тестов В.А. Фундаментальность образования: современные подходы // Педагогика. – 2006. – № 4.
26. Указ Президента РФ от 9 мая 2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы» URL: ГАРАНТ.РУ: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71570570/#ixzz4jhrjoKJn>(дата обращения 26.06.2017)
27. Фомичева И.Г. Философия образования: некоторые подходы к проблеме. – Новосибирск. – 2004.
28. Шкерина Л.В., Кейв М.А. Поликонтекстные образовательные модули в формате требований ФГОС ВО и особенности их реализации // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. 2016. № 2 (36). С. 94-100.
29. Abdulwahed M.; Jaworski B.; Crawford A. R. Innovative approaches to teaching mathematics in higher education: a review and critique. Nordic Studies in Mathematics Education, Göteborg, v. 17, n. 2, p. 49-68, 2012.
30. Alsardary S.; Blumberg P. Interactive, learner-centered methods of teaching mathematics. Primus, London, v. 19, n. 4, p. 401–416, 2009.
31. Brusilovsky P. Adaptive and Intelligent Technologies for Web-based Education. Künstliche Intelligenz, Heidelberg, v. 13, n. 4, p. 19-25, 1999.
32. Brusilovsky P. Adaptive and Intelligent Web-based Educational Systems // International Journal of Artificial Intelligence in Education. 2003. V.13. p. 156–169.

33. Brusilovsky P. Adaptive educational hypermedia: from generation to generation. In Proceedings of 4th Hellenic Conference on Information and Communication Technologies in Education, Athens, Greece, p. 19-33, 2004.
34. Cohen A.; Cuypers H.; Sterk H. Algebra interactive!: Learning algebra in an exciting way. Springer Science & Business Media, 1999.
35. Crawley E. F.; Malmqvist J.; Östlund S.; Brodeur D. R. Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach. Springer-Verlag, New York, 2007.
36. Dahn B., Wolters H. Analysis individuell. Springer-Verlag, 2000. EUR-ACE Framework Standards and Guidelines. In the official website of ENAEE (European Network for Accreditation of Engineering Education), 2015. Available at: <http://www.enaee.eu/wp-assets-enaee/uploads/2015/04/EUR-ACE-Framework-Standards-and-Guidelines-Mar-2015.pdf>
37. Hicks K. Understanding The Top Learning Management Systems URL: <http://www.edudemic.com/the-20-best-learning-management-systems/>(дата обращения 11.06.2017)
38. Melis E., Andrès, E., Büdenbender J., Frishauf A. ActiveMath: A generic and adaptive web-based learning environment. International Journal of Artificial Intelligence in Education, New York, v. 12, n. 4, p. 385-407, 2001.
39. Melis E., Sieckmann J. ActiveMath: An intelligent tutoring system for mathematics. In International Conference on Artificial Intelligence and Soft Computing, Springer Berlin Heidelberg, p. 91-101, 2004.
40. Murray T., Blessing Stephen, Ainsworth S. Authoring Tools for Advanced Technology Learning Environments: Toward Cost Effective Adaptive, Interactive and Intelligent Educational Software. 2013. 557 p. DOI: 10.1007/978-94-017-0819-7
41. Skinner, B. F. Science and human behavior. New York: Macmillan, 1953.
42. Van der Linden W.J. Elements of adaptive testing // Statistical for social and behavioral sciences, Springer Science, Business Media, LLC, 2010. 437 p.
43. Verschaffel L., Luwel K., Torbeyns J., Van Dooren W. Conceptualizing, investigating, and enhancing adaptive expertise in elementary mathematics

education. *European Journal of Psychology of Education*, v. 24, n. 3, p. 335-359, 2009.

44. Yang T.-C., Hwang G.-J., Yang S. J.-H. Development of an adaptive learning system with multiple perspectives based on students' learning styles and cognitive styles. *Educational Technology & Society*, Kaohsiung, v. 16, n. 4, p. 185–200, 2013.