

М. Л. Палеева

ОПЫТ РАЗВИТИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Предлагается методика развития математической компетентности студентов первого курса технических специальностей при решении прикладных задач. Особо выделены геометрические задания, способствующие развитию навыков конструирования и проектирования.

Ключевые слова: инженерное образование, математическая компетентность, педагогические условия.

Реформирование содержания профессионального образования, его ориентация на новые ценности, новые приоритеты диктуются изменениями экономической стратегии России, динамикой рынка труда и образовательных запросов молодежи. Это побуждает переосмыслить предметное наполнение фундаментальных дисциплин с реальным погружением в систему профессионального обучения.

Сложность природы высшего образования (воспроизводство специалистов, наращивание интеллектуального потенциала общества, распространение социально значимых культурных норм и др.) требует разработки специфической системы управления образовательным процессом. Важной составляющей данной системы являются инновационные процессы. Инновационные процессы (ИП) – это управляемые целостные процессы создания, восприятия, оценки, освоения и применения различных нововведений [1]. Большое количество публикаций об инновационной составляющей высшего образования показывает сложность и многогранность этого процесса, заинтересованность преподавательского состава в организации такой педагогической деятельности, при которой целенаправленные изменения улучшали бы и отдельные части, и образовательную систему в целом.

А. В. Хуторской [2] рассматривает ИП в трех основных аспектах: социально-экономическом, психолого-педагогическом и организационно-управленческом. От этих аспектов зависит общий климат и условия, в которых ИП происходят – ИП может иметь характер как стихийный, так и сознательно управляемый. Введение новшеств – это прежде всего функция управления искусственными и естественными процессами изменений. А. В. Хуторской определяет понятие «инновационная деятельность» как комплекс принимаемых мер по обеспечению ИП на том или ином уровне образования, а также сам процесс. К основным функциям инновационной деятельности относятся изменения компонентов педагогического процесса: смысла, целей, содержания образования, форм, методов, технологий, средств обучения, системы управления и т. п. Инновационные изменения идут сегодня по таким направлениям: формирование нового содержания образования; разработка и реализация

новых технологий обучения; применение методов, приемов, средств освоения новых программ; создание условий для самоопределения личности в процессе обучения; изменение в образе деятельности и стиле мышления как преподавателей, так и учащихся, изменение взаимоотношений между ними, создание и развитие творческих инновационных коллективов, школ, вузов.

Инновационное инженерное образование определяют как процесс и результат целенаправленного формирования определенных знаний, умений и методологической культуры, а также как комплексную подготовку специалистов в области техники и технологии к инновационной инженерной деятельности за счет соответствующих содержания, методов и технологий обучения.

Инновационное обучение ориентировано на создание условий для готовности личности к быстро наступающим переменам в обществе, к неопределенному будущему за счет развития способностей к творчеству, к разнообразным формам мышления, к сотрудничеству с другими людьми. Специфику инновационного обучения определяют его открытость, предвосхищение результатов на основе постоянной переоценки ценностей, способность к совместным действиям в новых ситуациях.

Основными задачами внедрения инновационных технологий являются:

- повышение эффективности учебного процесса;
- повышение мотивации студента к обучению;
- самостоятельный выбор режима учебной деятельности, организационных форм и методов обучения;
- овладение умением самостоятельного извлечения и представления знаний;
- овладение общими методами познания и стратегией усвоения учебного материала.

В настоящий момент основными задачами высшей технической школы являются формирование у выпускников вузов системы необходимых знаний, умений и навыков, а также развитие способности и готовности применять эти знания в профессиональной деятельности. Исследования, связанные с модернизацией высшего технического образования, идут по двум направлениям:

1) фундаментализация образования – поиск путей повышения качества фундаментальной подготовки будущего инженера (базовых, системообразующих знаний);

2) компетентностный подход в обучении, сфокусированный на умении применять получаемые знания в практической деятельности.

Направленность на фундаментализацию образования позволяет в будущем специалисту получить необходимые для самообразования базовые знания и сформировать единую мировоззренческую научную систему на основе современных представлений о науке и ее методах. Это направление дает возможность развить в выпускнике потребность непрерывного образования, стремление к использованию новых открытий и достижений науки в известной ему области, способность ориентироваться в огромном потоке информации, который обрушивается на сегодняшнего специалиста.

Фундаментальные науки ориентированы главным образом на получение описательно-объяснительного знания (знания о свойствах, строении, зависимости свойств исследуемых объектов и явлений от их строения). Прикладные науки направлены на получение описательно-конструктивного знания (знания о свойствах, строении, зависимости строения создаваемых объектов от их свойств). Мировоззрение в этом случае представляет собой целостную и непротиворечивую систему воззрений на основные стороны действительности. Фундаментализация образования направлена на придание фундаментальному знанию значения основы или стержня для накопления множества знаний и формирования на их основе умений и навыков. Сущность фундаментализации образования состоит в том, что каждая область знания, изучаемая в вузе, является частью всего комплекса связанных с ней наук. Для более глубокого понимания специальности необходимо изучение всех наук, входящих в ее систему. При возрастающей специализации и дроблении наук необходимо изучение интегрирующих (обобщающих) наук, позволяющих выработать общие принципы научной картины мира и способствующих формированию цельного мировоззрения студента.

Что выступает фундаментом инженерного знания? Разумеется, математика. Математика – универсальный язык для описания процессов и явлений различной природы, без владения которым невозможно обеспечить процесс создания и обслуживания технических систем. Готовность к инженерному творчеству включает в себя развитое математическое мышление как одну из необходимых составляющих [3–5]. Развитое математическое мышление и способности необходимы инженеру для описания и исследования проектируемых им технических систем.

Для инженерного образования математика является базовой дисциплиной. Ее положение среди дисциплин в вуза можно изобразить цепочкой: математи-

ка – общенаучные дисциплины – общетехнические дисциплины – специальные технические дисциплины. Интегрирующая роль математики позволяет считать математическое образование методологической основой большинства образовательных, специальных дисциплин технического вуза.

Под фундаментальной математической подготовкой в технических вузах ряд математиков и деятелей в области математического образования полагают: 1) совокупность методологических, системообразующих для курса математики знаний [6], 2) знания по математике, которые являются базовыми, «сквозными» для инженерных специальностей, обеспечивают инженеру возможность понимать и осваивать новую технику и технологии, новые принципы организации производства [7].

Главная идея компетентностного подхода в обучении состоит в усилении практической ориентации образования, выходе из ограничений «зуновского» образовательного пространства. Качество подготовки будущего инженера в вузе понимается как некоторый комплекс его ключевых, общепрофессиональных и специальных компетентностей и характеризуется на основе оценки результативности его действий, направленных на разрешение определенных значимых для данного сообщества задач. С позиций этого подхода качество математической подготовки будущего инженера характеризуется его математической компетентностью (МК) – комплексом усвоенных математических знаний и методов математической деятельности, опытом их использования в решении задач, лежащих вне предмета математики, и ценностными отношениями к полученным знаниям и опыту, и к себе как носителю этих знаний и опыта.

Математическая подготовка в инженерном образовании осуществляется на первом и втором курсах университетов, а все специальные дисциплины, связанные с будущей профессией, изучаются, как правило, на старших курсах. Вследствие этого студенты не видят актуальности математических знаний для решения современных инженерных задач. Приступая к изучению специальных дисциплин, такие студенты испытывают трудности при решении профессионально направленных задач, базирующихся на математических методах. Усугубляет ситуацию использование на младших курсах малоактивных методов и форм обучения. Сказанное позволяет сделать вывод о том, что в настоящее время в процессе обучения математике студентов технических университетов не достаточно развивается их МК как качество математической подготовки современного инженера, умеющего использовать специализированные математические пакеты для эффективного решения профессиональных задач – создания, обслуживания и использования технических систем.

Цель обучения математике в техническом вузе состоит в том, чтобы студент, во-первых, получил фун-

даментальную математическую подготовку в соответствии с вузовской программой, а во-вторых, овладеть навыками математического моделирования в области будущей профессиональной деятельности. В условиях профессионально направленного обучения усиливается мотивация студентов к изучению математики, что является важным фактором активизации учебно-познавательной деятельности.

Анализ психолого-педагогической и методической литературы позволяет сделать вывод о том, что в основу отбора математического учебного материала для технических вузов можно положить четыре основных критерия:

1) структурно-содержательный – выявление специальных разделов курса математики с постоянной интегрированной дидактической целью на достижение умственных и профессиональных умений и навыков;

2) содержательно-методический – доступность содержания отобранного материала для студентов, усиление практической направленности обучения математике и выявление межпредметных связей;

3) психофизиологический – содержание обучения должно учитывать психофизиологические особенности студентов, выбравших технический профиль обучения;

4) практической значимости – широкое применение полученных знаний по математике в работе будущего инженера, перспективность и значение их в научно-техническом прогрессе.

При такой системе отбора учебного материала модернизированное содержание обучения улучшает фундаментальную подготовку и способствует формированию компетенций. А значит, между фундаментализацией образования и компетентностным обучением нет неразрешимых противоречий; традиционный и инновационный подходы к обучению могут и должны дополнить друг друга. Более того, действительно фундаментальное образование достижимо лишь в условиях компетентностного обучения.

Внедрение информационных технологий (ИТ) в учебный процесс позволяет гибко сочетать фундаментальную и прикладную составляющие обучения математике и продемонстрировать использование математических методов в решении инженерных задач.

Учитывая, что математические методы очень широко применяются в инженерно-технической деятельности, определяются условия развития МК – решение соответствующим образом ориентированных математических задач с применением специализированных математических пакетов, формирование ассоциативных процессов. Производственно-технические проблемы, химико-технологические процессы чаще всего описываются системами дифференциальных уравнений, потому что, как правило, не удается непосредственно установить зависимости между величинами, характеризующими исследуемые явления.

В целях реализации профессиональной направленности обучения и формирования умений применять полученные математические знания при изучении специальных дисциплин преподаватели математики уделяют достаточное количество времени для изучения аналитических и приближенных методов решения дифференциальных уравнений.

Несмотря на разработанность проблемы, следует констатировать, что методические аспекты математической подготовки будущих инженеров на основе интеграции математических методов и ИТ изучены недостаточно. Практика показывает, что студенты технических вузов испытывают затруднения при выполнении курсовых и дипломных проектов, слабо используют возможности специализированных математических и графических пакетов.

При ограниченном объеме часов для аудиторных занятий, выделенных в рамках учебного плана на обучение математике в техническом вузе по ГОС ВПО, отсутствии лабораторных работ по дисциплине, в теории и методике обучения ведется поиск таких форм и методов организации учебно-познавательной деятельности студентов на занятиях, которые способствовали бы более эффективному и ускоренному формированию системы предметных и методологических знаний, способствующих развитию МК будущих инженеров.

Психолого-педагогическое исследование профессионально направленной математической подготовки в технических вузах позволило выделить основные педагогические условия развития математической компетентности будущих инженеров:

– мотивационные – актуализация субъектной позиции обучаемых через максимальную диалогизацию образовательного процесса, реализацию совместной творческой деятельности преподавателя и студентов в процессе решения проблемных задач;

– содержательные – реализация программы развития МК студентов инженерных специальностей на основе дифференциации содержательного компонента обучения в соответствии с направлением профессиональной подготовки будущих инженеров и соответствующего дидактического и методического обеспечения;

– организационные – использование метода решения проблемных трехуровневых задач (учебных, научно-исследовательских, профессионально ориентированных), а также применение структурно-логических схем и алгоритмов.

Была разработана программа развития МК будущего инженера с целью:

1) обеспечения требуемого уровня математических знаний, умений и навыков, гарантирующего овладение фундаментом специальных дисциплин по специальностям 240300 «Технология электрохимических производств» и 240400 «Химическая технология неметаллических тугоплавких и силикатных матери-

алов» для выполнения курсовых проектов по дисциплинам «Тепловые процессы и установки», «Процессы и аппараты химической технологии» и дипломных работ, связанных с проектированием установок и систем;

2) формирования представлений о роли математики среди наук, о связи математики с другими науками по данным специальностям;

3) формирования математического мышления (абстрактного, логического и алгоритмического);

4) формирования самостоятельного подхода к изучению современных математических методов и специализированных программ, необходимых для решения профессиональных задач;

5) развития навыков конструирования, проектирования, графического оформления и расчета тепловых процессов и установок (выпарной, ректификационной, абсорбционной, сушильной): обосновать выбор установки, схему тепловой обработки заданного материала, выполнить технологический, теплотехнический, аэродинамический, гидравлический, конструктивный расчеты для проектирования печей для обжига формованных изделий, сушильных установок (для кусковых, порошкообразных материалов и суспензий);

6) обучения построению моделей для профессиональных и прикладных задач;

7) воспитания стремления обновлять свою профессиональную и математическую компетентность в течение всей жизни.

Мотивационные условия реализуются посредством создания трехкомпонентной структуры мотивов: учебных, научных, профессиональных, в соответствии с которыми нами были разработаны типы задач, входящих в комплект дидактического обеспечения программы развития МК будущих инженеров.

Для создания устойчивой мотивации необходимо актуализировать интеграционные связи при решении задач, и для этого нужен соответствующий учебный материал. Прикладные математические задачи инженерной направленности, предназначенные для решения с применением ИТ по их назначению, подразделяются на следующие пять типов:

- 1) объяснительно-иллюстративные (О);
- 2) репродуктивные (Р);
- 3) проблемные (П);
- 4) эвристические (частично-поисковые) (Э);
- 5) исследовательские (И).

Соответствующее дидактическое и методическое обеспечение программы развития МК образуют *содержательные условия*. Программа (табл. 1) ориентирована на создание эффективной системы обучения студентов технологических специальностей применению ИТ в решении прикладных и профессионально ориентированных задач по математике. Программа реализуется в течение двух первых семестров обучения в рамках преподавания курсов «Математика»

и «Информатика», рассчитана на 34 часа. В ее структуре пять модулей: содержательные внутриведомственные (логико-математические и методические) и межпредметные связи математики; комплект профессионально направленных учебных задач; геометро-графические задачи; конструктивно-алгоритмические задачи.

Дидактическое сопровождение данной программы включает:

1) электронные учебные материалы для обзорных лекций по темам «Линейная алгебра», «Векторная алгебра», «Аналитическая геометрия», «Математический анализ. Введение»;

2) комплект специально отобранных профессионально ориентированных учебных задач и их математические модели;

3) учебное пособие «Введение в систему MathCAD»;

4) учебное пособие «Элементарные вычислительные процессы на Visual Basic for Application»;

5) учебное пособие «Введение в систему AutoCAD».

В процессе создания учебных материалов и пособий были реализованы следующие методические принципы:

1. Дифференциация заданий в соответствии с уровнем подготовленности студентов и спецификой специальности, по которой они обучаются.

2. Включение в содержание заданий элементов творческой деятельности, которые способствуют формированию мотивации при изучении предмета.

3. Предлагаемые упражнения (О) позволяют самостоятельно выполнить задания (Р, Э, И) для самопроверки.

Разработанное методическое и дидактическое сопровождение программы обусловлено выбором форм и методов обучения, которые составляют *организационные условия* развития МК будущих инженеров.

В большинстве случаев студенты воспринимают процесс обучения математике как нечто рутинное и далекое от будущей профессиональной деятельности. Отсутствие мотивации при получении фундаментальных знаний в области математики приводит к неуспешному освоению фундаментальных знаний в области будущей профессиональной деятельности. Одна из основных задач процесса обучения – создание такой мотивации. Для того чтобы у обучаемого появился интерес, следует планировать его самостоятельную деятельность (творческая составляющая процесса обучения) с использованием ИТ, чтобы результатом деятельности явился конечный продукт – виртуальный проект, демонстрационный материал, расчеты, анализ, график и др.

Разработанная система управления самообучением студентов способствует привлечению студентов с первых дней обучения в вузе к самостоятельной и научно-исследовательской деятельности: таким образом, с помощью математики обучаемые развиваются как будущие профессионалы-исследователи, умеющие

Период	Наименование разделов и тем	Объем работы, ч		Форма контроля
		Теоретическое обучение	СРС	
Конец I семестра	Модуль 1. Содержательные внутрипредметные и межпредметные связи математики	4		Зачет
	а. Линейная алгебра	1		
	б. Векторная алгебра	1		
	в. Аналитическая геометрия	1		
	г. Математический анализ. Введение	1		
В течение курса обучения математике	Модуль 2. Профессионально ориентированные учебные задачи и их математические модели	2		Опрос
	2.1. Линейная алгебра	0.25		
	2.2. Аналитическая геометрия	0.25		
	2.3. Математический анализ	1		
	2.4. Комплексный анализ	0.25		
	2.5. Ряды	0.25		
	2.6. Дифференциальные уравнения	0.5		
	2.7. Теория вероятностей и математическая статистика	0.5		
В течение I семестра	Модуль 3. Геометро-графические задачи на основе учебного пособия «Введение в систему MathCAD»		2	Самоконтроль
	3.1. Простые вычисления		1	
	3.2. Операции с векторами и матрицами		1.5	
	3.3. Предел функции. Дифференцирование. Построение графиков		1.5	
	3.4. Решение нелинейных уравнений		0.5	
	3.5. Решение систем линейных уравнений		0.5	
	3.6. Метод преобразования уравнения плоскости при вращении системы координат		1.5	
	3.7. Метод преобразования уравнений прямой при вращении системы координат		1	
	3.8. Способы построения поверхностей		1.5	
В течение II семестра	Модуль 4. Конструктивно-алгоритмические задачи на основе учебного пособия «Элементарные вычислительные процессы на Visual Basic for Application»		2	Самоконтроль
	4.1. Программирование вычислительных процессов линейной структуры		1	
	4.2. Программирование вычислительных процессов разветвляющейся структуры		1	
	4.3. Программирование вычислительных процессов циклической структуры		<u>1.5</u>	
	4.3.1. Циклы, управляемые числом вычислений		0.5	
	4.3.2. Итерационные циклы		0.5	
	4.3.3. Вычисление суммы и произведения		0.5	
	4.4. Вычисление суммы членов бесконечного ряда		1	
	4.5. Циклы, управляемые монотонно изменяющейся величиной		1	
	4.6. Циклы с несколькими одновременно изменяющимися параметрами		1	
	4.7. Вычисление полиномов		1	
4.8. Нахождение наибольшего или наименьшего значения функции		0.5		
4.9. Использование подпрограмм		0.5		
4.10. Табулирование функций		0.5		
В течение II семестра	Модуль 5. Геометро-графические задачи на основе учебного пособия «Введение в систему AutoCAD»		10	Самоконтроль
	5.1–5.8. Практические задания 1–8			

самостоятельно приобретать знания и применять их при исследовании различных проблем. Использование при обучении математике указанных учебных пособий и электронных материалов обогащает учебный процесс новыми образовательными технологиями.

Цель обзорных лекций и комплекта профессионально направленных учебных задач:

1. Организовать в определенную систему понятия и их свойства, методы решения задач по темам «Линейная алгебра», «Векторная алгебра», «Аналитическая геометрия», «Математический анализ. Введение» для успешного оперирования ими (методический принцип коммуникативной направленности).

2. Обобщить знания с помощью внутрипредметных и межпредметных связей для развития целенаправленного мышления и реализации структурно-логической составляющей (личностно-ориентированный принцип продуктивности обучения).

3. Сформировать мотивационную, целеустанавливающую, деятельностную, личностно причастную ориентировочную основу для эффективного развития МК (личностно-ориентированные принципы: целеполагания, выбора индивидуальной образовательной траектории).

4. Моделировать профессиональное и социальное содержание будущей профессиональной деятельности студента, вводя профессионально-прикладную составляющую без изменения количества часов, отведенных математике в учебных планах и стандартах.

5. Научить студентов видеть универсальность математических формул и классических задач (принцип универсальности), подвести к элементам математического моделирования профессионально направленных учебных задач (принцип моделирования), реализовать принципы непрерывности, целенаправленности и мотивации.

Полученные результаты обучения: студент

1) выделяет основные предметы исследования и методы, имеющие практическую ценность;

2) моделирует учебную информацию в схемы, конспекты;

3) осознает универсальность математики как языка науки;

4) развивает интерес к профессии средствами математики.

Цель учебных пособий:

1. Использование новых подходов в организации учебной деятельности для стимулирования и направления процессов саморазвития обучающихся.

2. Адаптация учебной информации к программным продуктам для повышения интереса к изучению математических методов.

3. Интеграция раздела «Аналитическая геометрия» с другими дисциплинами для успешного его усвоения.

4. Изучение программ MathCAD, Excel и AutoCAD для выполнения курсовой работы по информатике и

применения на старших курсах при разработке курсовых и дипломных проектов.

5. Создание комфортной психологической атмосферы для развития творческого потенциала личности.

Полученные результаты обучения: студент

1) овладевает систематизированным и интегрированным знанием;

2) приобретает умения и навыки самостоятельного изучения материала, не охваченного рамками учебных программ по математике и информатике;

3) развивает коммуникативную компетентность (межличностное общение) в процессе изучения программы и выполнения заданий.

Создание комплекса педагогических условий, нацеленных на развитие МК студентов при обучении математике, потребовало определить цель, разработать принципы, приемы, средства обучения. Мы установили, что в создаваемой методической системе в качестве цели предусматривается достижение студентами базового уровня математических знаний, умений и навыков, гарантирующего: овладение фундаментом специальных дисциплин по специальностям «Технология электрохимических производств» и «Химическая технология неметаллических тугоплавких и силикатных материалов»; формирование математического мышления при обучении построению моделей для прикладных и профессионально направленных учебных задач; развитие самостоятельного подхода к изучению современных математических методов и специализированных программ, необходимых при решении профессиональных задач.

Выявленный в процессе исследования теоретически обоснованный и экспериментально проверенный комплекс педагогических условий оказывает влияние на эффективность развития математической компетентности:

– мотивационные условия проявляются в актуализации познавательной активности обучаемых, вступающих в субъектно-субъектные отношения с преподавателем в процессе осуществления образовательной деятельности, они обеспечиваются дифференциацией содержания обучения в соответствии с направлением подготовки будущих специалистов;

– содержательные включают модульную программу развития математической компетентности и соответствующее ей дидактическое и методическое обеспечение (система трехуровневых учебных, научно-исследовательских, профессионально направленных учебных задач, опорные и структурно-логические схемы, творческие задания и т. д.);

– организационные условия отражают методы обучения (проблемное изложение, исследовательский метод, метод мгновенного погружения), формы обучения (обзорная лекция, самостоятельная работа, курсовая работа).

Список литературы

1. Коджаспирова Г. М., Коджаспирова А. Ю. Словарь по педагогике. Ростов н/Д: Издат. центр «МарТ», 2005. С. 102–103.
2. Хуторской А. В. Педагогическая инноватика: методология, теория, практика: науч. издание. М.: Изд-во УНЦ ДО, 2005. 222 с.
3. Михайлова И. Г. Математическая подготовка инженера в условиях профессиональной направленности междисциплинарных связей: дис. ... канд. пед. наук. Тобольск, 1998.
4. Носков М. В., Шершнева В. А. Качество математического образования инженера: традиции и инновации // Педагогика. 2006. № 6. С. 35–42.
5. Розанова С. А. Математическая культура студентов технических университетов. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. 176 с.
6. Долженко О. В., Шатуновский В. Л. Современные методы и технология обучения в техническом вузе. М., 1990. 192 с.
7. Подлесный С. А., Перфильев Ю. С., Решетников М. Т., Балтян В. К. Высшая инженерная школа России. Путь в мировое сообщество. Томск, 2005. С. 46.

Палеева М. Л., ст. преподаватель.

Иркутский государственный технический университет.

Ул. Лермонтова, 83, г. Иркутск, Иркутская область, Россия, 664074.

E-mail: paleevam@mail.ru

Материал поступил в редакцию 16.09.2009

M. L. Paleeva

THE EXPERIENCE OF DEVELOPMENT MATHEMATICAL COMPETENCES OF STUDENT FOR TECHNICAL SPECIALTIES

In this article is offered the technique of development mathematical competences of student for technical specialties in the time of solution applied tasks. Particularly geometrical tasks are stressed contributing to development of habits of construction and design.

Key words: *engineer's education, mathematical competences, pedagogical conditions.*

Irkutsk State Technical University.

Ul. Lermontova, 83, Irkutsk, Irkutskaya oblast, Russia, 664074.

E-mail: paleevam@mail.ru