

Л. П. Латышева, Е. Л. Черемных

О фундаровании математических умений при компетентностном подходе к обучению бакалавров педагогического образования

Рассматривается вопрос о формировании профессионально-математических умений при обучении математическому анализу будущих бакалавров педагогического образования. В основу положены идеи психолого-педагогической концепции фундарования опыта личности при компетентностном подходе к высшему образованию. Реализуется метод проектов на примере изучения студентами математического факультета педагогического вуза приложений интегрального исчисления.

Ключевые слова: компетентностный подход, бакалавр педагогического образования, обучение математическому анализу, формирование умений, метод проектов.

L. P. Latysheva, E. L. Cheremnykh

About Founding of Mathematical Skills at Use of the Competence Approach to Teach Bachelors of Pedagogical Education

The question of formation of professional and mathematical skills in teaching the mathematical analysis of future bachelors of teacher education is examined. The basis is ideas of psycho-pedagogical concepts of formation of the person's experience in use of the competence approach in higher education. The method of projects is realized on the example how students of the Mathematical Faculty of the pedagogical University study application of integral calculus.

Key words: a competence approach, a bachelor of pedagogical education, training of the mathematical analysis, formation of skills, a project method.

В настоящее время направленность образования на передачу «готовых знаний» сменяется идеологией формирования интегральных качеств выпускника, в совокупности обеспечивающих его готовность к осуществлению профессиональной деятельности в условиях быстро меняющихся реалий. Указанное положение нашло отражение в образовательных стандартах нового поколения разных уровней (в т. ч. на уровне обучения в высшей школе) – в виде требований формирования общекультурных, общепрофессиональных, профессиональных и специальных компетенций. В результате образ будущего выпускника вуза может быть представлен компетентностной моделью бакалавра (магистра), ключевой составляющей которой является профессионально-предметная компетентность. Последним термином можно обозначить способность личности решать профессиональные задачи на основе владения содержательными и процессуальными компонентами деятельности, связанной с практическим применением в будущей работе опыта, обусловленного изучением профилирующих учебных предметов. При этом умения, входящие в структуру профессионально-предметной компетентности, например, будущего учителя математики, естественно относить к профессиональ-

но-предметным умениям [1, 2]. Возможность каждого вуза, факультета самостоятельно (на уровне специальных компетенций) уточнять и дополнять эту модель, позволяет наполнять содержание образования с учетом специфики и актуальных потребностей профессии, выбранного профиля, социально-экономических условий конкретного региона. Это налагает и дополнительную ответственность на разработчиков модели, поскольку всегда имеется опасность занизить необходимую планку требований к специально-предметной подготовке.

В Пермском педуниверситете для реализации учебного плана по подготовке бакалавра педагогического образования (профиль «Математика. Информатика и ИКТ») совместными усилиями специалистов разных кафедр выработан подход к описанию специальных компетенций выпускника. В числе последних были выделены следующие: *предметно-когнитивная* (СК-1): владение базовыми понятиями, идеями, принципами, методами фундаментальных теорий математики; *предметно-прикладная* (СК-2): способность строить математические модели, выбирать и применять соответствующий модели математический метод решения задачи, интерпретировать результаты, в том числе с использованием информационных технологий;

методологическая (СК-3): понимание методологической и историко-культурной функций математики и информатики, владение культурой математического мышления; *методическая* (СК-4): понимание сути взаимосвязей содержания школьного курса математики с изучаемыми теориями; *информационная* (СК-5) готовность к преподаванию информатики, информационно-коммуникационных

технологий на базовом и профильном уровне, а также внедрению ИКТ в учебно-воспитательный процесс и управление школой.

Курсу математического анализа отводится важная роль в формировании выделенных компетенций, о чем свидетельствует их детализированное содержание для данной дисциплины, представленное в таблице 1.

Таблица 1

Специальные компетенции бакалавра педагогического образования (профиль «Математика. Информатика и ИКТ») в обучении математическому анализу

Название компетенции (шифр)	Виды деятельности, определяющие содержание компетенции
Предметно-когнитивная (СК-1)	<p>Выпускник (студент)</p> <ul style="list-style-type: none"> - понимает, способен верно излагать смысл основных понятий (множество действительных чисел, функция, предел, непрерывность, производная, интеграл, ряд, метрическое пространство, спрямляемая кривая, квадратуемая фигура, кубическое тело) и базовых идей (пределного перехода, дифференциального и интегрального исчисления, линеаризации, аппроксимации, приложений анализа в математике, физике, технике, развития основных понятий в функциональном анализе и др.) математического анализа; - способен верно формулировать определения изученных базовых понятий математического анализа: множество действительных чисел, функция, предел, непрерывность, производная, интеграл, ряд, метрическое пространство, спрямляемая кривая, квадратуемая фигура, кубическое тело; - понимает, способен корректно излагать смысл основных теорем классических разделов математического анализа: об основных свойствах множества действительных чисел, о пределах функции одной и нескольких переменных в точке, о пределе последовательности, о свойствах непрерывных функций одной и нескольких переменных в точке и на множестве, о свойствах и правилах вычисления производной и дифференциала одной и нескольких переменных, о дифференцируемых функциях (Ферма, Ролля, Лагранжа, Коши, Лопиталья-Бернулли), о свойствах интегрируемых функций и методах вычисления неопределенных, определенных, криволинейных, двойных и тройных интегралов, о свойствах числовых, функциональных, степенных и тригонометрических рядов, о приложениях производной, интеграла и теории рядов; - способен демонстрировать доказательства перечисленных фундаментальных теорем классических разделов математического анализа; - способен в изложении теории и при решении типовых задач применять основные общематематические методы и методы классических разделов математического анализа: методы рассуждений с использованием языка «$\varepsilon - \delta$», методы нахождения пределов и производных, вычисления интегралов, разложения функций в степенные и тригонометрические ряды, построения интегральных сумм, дифференциалов, приближенных вычислений с помощью понятий математического анализа, интегрирования, графический метод, метод прикладного использования понятия интеграла Римана
Предметно-прикладная (СК-2)	<p>Выпускник (студент)</p> <ul style="list-style-type: none"> - способен применять основные общематематические методы и методы классических разделов математического анализа к решению содержательных задач, связанных с приложениями понятий «производная», «интеграл», «ряд»; - способен проводить измерения и вычисления с использованием названных выше методов математического анализа при решении практических задач; - способен переводить на язык математического анализа, связанный с содержанием и свойствами понятий «функция», «предел», «производная», «интеграл», «ряд», проблемы, поставленные в терминах других предметных областей; - способен строить математические модели с использованием понятий математического анализа (функция, предел, непрерывность, производная, интеграл, ряд) для описания и дальнейшего изучения нематематических процессов
Методологическая (СК-3)	<p>Выпускник (студент)</p> <ul style="list-style-type: none"> - способен демонстрировать знание общей структуры математического анализа как научной дисциплины, иерархии и генетической преемственности его общих и частных понятий; - способен использовать язык «$\varepsilon - \delta$» как основу базовых конструкций математического анализа; - готов устанавливать свойства и проводить исследования объектов, относящихся к понятиям математического анализа; - способен реализовать в теоретических построениях математического анализа и в решении прикладных задач анализ, синтез, индукцию, дедукцию, конкретизацию и обобщение; - реализует общие логико-математические схемы (методы полной и математической индукции, «от противного», приведения контрпримеров и др.) в теоретических и практических содержательных рассуждениях по курсу математического анализа

Формирование указанных компетенций в комплексе предполагает выбор форм и методов пре-

подавания, обеспечивающих активную позицию будущего бакалавра в обучении, периодическое обобщение и осмысление полученного опыта деятельности на более высоком уровне не только в рамках курса математического анализа, но и при изучении последующих родственных ему дисциплин («Дифференциальные уравнения», «Теория функций действительного переменного», «Теория функций комплексного переменного» и др.).

Перспективные возможности в решении поставленных задач содержит разрабатываемая нами методическая система формирования профессионально-математических умений будущих бакалавров педагогического образования, базирующаяся на концепции фундирования опыта личности (В. В. Афанасьев, Е. И. Смирнов, В. Д. Шадриков, Ю. П. Поваренков и др.) [4, 5] и деятельностного подхода. Проиллюстрируем некоторые элементы указанной системы на примере обучения студентов приложениям математического анализа. Поскольку деятельностьную основу компетенций составляют умения, результат обучения целесообразно связать с получением на выходе у обучающегося определенного комплекса профессионально-математических умений, которые естественно обозначить термином «математико-прикладные». В рассматриваемом случае этот комплекс включает в себя: *умения моделирования* на основе идеи локальной линеаризации величин, методов дифференцирования и интегрирования с пониманием условий и границ их применимости; *умения интерпретации* на основе понимания смысла функциональной зависимости между величинами, физического и геометрического смысла понятий интеграла и дифференциала; *измерительно-вычислительные умения* на основе применения вычислительного аппарата дифференциального и интегрального исчисления, принципов теории меры. Кроме того, в указанный комплекс входят умения поиска, обработки, систематизации материала, связанного с изучением приложений, умения выделять основные идеи, методы, алгоритмы в прикладном использовании структур математического анализа, умения взаимоперевода содержательного и формального (математического) языков при решении прикладных задач, умения описания в устной и письменной речи ис-

пользуемых идей, методов и приемов моделирования; умения самоорганизации умственной деятельности в процессе работы с прикладной задачей. Перечисленные выше умения интегрируются в компетенциях СК-2, СК-3, частично отражаются в содержании компетенций СК-1, а также – некоторых общекультурных и общепрофессиональных (обсуждение которых выходит за рамки предмета данной статьи). Кроме того, такие умения позволяют выпускнику в предстоящей профессиональной деятельности обоснованно раскрывать школьникам роль математики как инструмента в познании окружающего мира и возможности применения характерного для нее научного аппарата, а значит, создают основу для становления компетенции СК-4.

Глобальные спирали фундирования математико-прикладных умений [4, с. 189–192] охватывают все этапы вузовского обучения. Например, наглядно представить глобальную спираль фундирования умений прикладного использования понятия интеграла Римана можно в виде схемы (рис. 1). Начальными звеньями спирали (см. блок (1)) выступают базовые школьные представления о функции как модели определенного класса зависимостей между величинами, производной как скорости и инструменте исследования функций, интеграле как инструменте вычисления площадей фигур и объемов тел. Эти представления реализуются в практических умениях определять мгновенную скорость процессов, моделировать и исследовать простейшие зависимости, вычислять площади фигур, объемы тел и др. На *этапе технологизации* (см. блоки (2),(3)) создается обобщенная теоретическая база данных умений в виде методологических схем использования частных приемов и методов моделирования, создается ориентировочная основа умений. *Этап фундаментализации* соответствует выделению обобщенных методологических схем решения классов прикладных задач. В нашем примере (см. блоки (4) – (6)), начав с обобщения схемы прикладного использования интеграла Римана, можно распространить ее (после знакомства с понятием меры и интегралом Лебега) на более широкий класс объектов: множеств, измеримых по Лебегу.



Рис. 1. Спираль глобального фундирования умений моделирования в задачах прикладного использования интеграла

Необходимым условием формирования рассматриваемых умений на этапе фундаментализации является систематическая самостоятельная работа обучающихся, включающая в качестве обязательного элемента рефлексивные нормы (правил) математической деятельности. В качестве одной из организационных форм такой работы нами используются выполнение и защита студентами коллективных и индивидуальных минипроектов [3]. Они отличаются от учебно-исследовательского проекта малыми временными рамками, отводимыми на их выполнение, более узкой постановкой задачи, ее детализацией в виде частных вопросов и подзадач, возможностью варьирования сложности и трудности последних.

Приведем примеры формулировок заданий и вопросов для минипроектов:

1. Сформулируйте требования, которым должно удовлетворять решение задачи измерения, рассматриваемой в отношении множества геометрических фигур (для некоторого класса *ограниченных* геометрических фигур). Чем определяется выбор некоторого класса фигур, которые будут иметь меру? Подумайте, всякое ли множество в пространствах R^1, R^2, R^3 будет измеримым. Приведите известные или найденные в литературе факты, примеры.

2. Как в теории кратного интегрирования решается задача измерения площади поверхности? В чем особенность ее решения? С чем это связа-

но?

Эффективность данной формы обучения может быть усилена благодаря выстраиванию мини-проектов в преемственную логическую цепочку, охватывающую несколько родственных математических дисциплин, позволяющую студенту систематизировать накопленные знания, самостоятельно осваивать материал и совершенствовать умения в избранном направлении, выходя при необходимости на уровень курсового исследования.

Профессиональный этап фундаментирования (см. блок (7)) предполагает совершенствование рассматриваемых умений в рамках математико-методических курсов по выбору. Важным требованием здесь выступает создание условий для реализации в обучении компетенций студентов, как будущих специалистов в области образования, в том числе, – через создание учебных ситуаций, моделирующих элементы профессиональной деятельности. В частности, разработанный нами курс «Приложения начал анализа в профильной школе», предусматривает не только систематизацию знаний и умений студентов в процессе решения наборов специальных задач на приложения понятий анализа (функция, производная, интеграл, дифференциальные уравнения) с выделением методических особенностей их представления в школьном обучении, но и творческие пробы в виде разработок фрагментов уроков, осуществляемых в ролевой игре.

Вместе с организацией самостоятельной работы ключевой задачей реализации компетентного подхода является создание системы контроля качества образования, критериев оценки готовности студентов к предстоящей профессиональной деятельности. Решение этой задачи связано с построением многоуровневого ком-

плекса оценивания результатов обучения: от тестовых контрольно-измерительных материалов, контрольных заданий разной степени детерминированности до создания банка творческих работ студента в форме портфолио.

Примечания:

1. Латышева, Л.П. О фундаментации знаний и умений в профессионально-математической подготовке будущих магистров образования [Текст] / Л.П. Латышева // Труды VII Колмогоровских чтений: Сб. трудов Международной конференции «VII Колмогоровские чтения» / Под ред. Е.И. Смирнова, В.В. Афанасьева, В.М.Тихомирова, А.В. Ястребова, Р.З. Гушель. – Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 2009. – С. 187–193.

2. Латышева, Л.П. Об одном примере реализации идеи фундаментации умений будущих учителей математики [Текст] / Л.П. Латышева // Актуальные проблемы преподавания математики в школе и вузе: сб. науч. и методич. материалов конф., посв.35-летию кафедры методики преподавания математики / под ред. Г.Н. Васильевой; Перм. гос. пед. ун-т. – Пермь, 2008. – С. 125-129.

3. Латышева, Л.П. О формировании профессионально-математических умений будущего педагога в проектной деятельности при обучении приложениям математического анализа [Текст] / Л.П. Латышева, Е.Л.Черемных // Математический вестник педвузов и университетов Волго-Вятского региона. Выпуск 14: Периодический межвузовский сборник научно-методических работ. – Киров: Изд-во ВятГГУ, 2012. – С. 294-299.

4. Подготовка учителя математики: Инновационные подходы [Текст]: Учебное пособие / Под ред. В.Д. Шадрикова. – М.: Гардарики, 2002. – 383 с.

5. Смирнов, Е.И. Наглядное моделирование в обучении математике: Теория и практика [Текст] / Е.И. Смирнов, В.Н. Осташков, В.В. Богун. – Ярославль: Издательский дом «Индиго», 2007. – 454 с.