УДК 378.016

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОДЕРЖАТЕЛЬНОЙ ПРЕЕМСТВЕННОСТИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ БАКАЛАВРАМИ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА

Е. Л. Старовойтова
МОУ ВО «Белорусско-Российский университет»
e-mail: stelle@tut.by

Аннотация: дифференциальные уравнения в вузовском курсе математики завершают содержательную линию уравнений школьного курса математики. Изучение нового вида уравнений студентами технического вуза должно строиться с использованием их школьного опыта решения уравнений и показа внутри предметного применения таких уравнений. Это актуализирует проблему реализации содержательной преемственности обучения математике. В статье представлены некоторые методические аспекты её решения.

Abstract: differential equations in the university course of mathematics complete the content line of the equations of the school course of mathematics. The study of a new kind of equations by students of a technical university should be built using their school experience in solving equations and showing the internal application of such equations. This updates the problem of implementing meaningful continuity of mathematics training. The article presents some methodological aspects of its solution.

Ключевыеслова: актуализация, дифференциальные уравнения, методические аспекты, прикладные задачи, содержательная преемственность, технический вуз.

Keywords: actualization, differential equations, methodological aspects, applied problems, meaningful continuity, technical university.

Постоянные изменения в современном мире определяют главной задачей высшей школы подготовку специалистов, обладающих уровнем профессиональной компетентности, соответствующим реалиям настоящего времени. Для этого необходимо развивать у студентов сознательность и активность при освоении компетенций, потребность в постоянном овладении знаниями, умениями и навыками. Характерная особенность системы знаний для подготовки специалистов технического профиля состоит в прочном единстве естественнонаучного, математического и мировоззренческого фундамента знаний, широте междисциплинарных системно-интегративных знаний. Будущий специалист должен обладать высоким уровнем общепрофессиональных и специально-профессиональных знаний, позволяющий ему осуществлять свою профессиональную деятельность, а в проблемных ситуациях успешно реализовывать творческий потенциал.

Для большинства дисциплин, изучаемых в техническом вузе, методологическую основу составляет математика. Для того, чтобы воспринимать и ориентироваться в потоке поступающей информации и глубоко понимать суть происходящих процессов, необходимо наличие математической культуры, процесс формирования которой должен быть непрерывным. Применительно к обучению математике это означает соблюдение преемственности, когда в процессе обучения новому опираются на ранее полученные знания. Современное общество всё больше и больше нуждается в специалистах с навыками четкого логического мышления, с хорошими математическими знаниями и умением видеть и реализовывать возможности применения математики в различных сферах человеческой деятельности и конкретных ситуациях. Однако значимость математических знаний осознаётся и признаётся студентами при изучении специальных дисциплин на старших курсах, а в начале своего обучения в вузе их отношение к математике очень «спокойное» по ряду объективных и субъективных причин.

В значительной степени качество обучения математике в вузе зависит от технологии и методов обучения, что требует адаптации традиционного обучения к современным условиям. Поэтому, в частности, преподавателю математики приходится решать ряд методических проблем, обеспечивающих возможность включения каждого студента в активную деятельность по освоению содержания учебной программы по математике, и организовывать самостоятельное (под управлением преподавателя) усвоение предметного содержания в том размере и с той глубиной, которую позволяют индивидуальные особенности студента. При этом эффективность формирования познавательной активности студентов достигается в том случае, если применяемые технологии обучения соответствуют целям обучения математике и обеспечивают формирование профессиональной компетентности студентов.

Совершенствование методики обучения математике в высшей школе вызвано изменениями планируемого результата обучения: овладение студентами фундаментальными знаниями как инструментом решения сложных задач профессиональной деятельности. Для обеспечения этого результата, профессионально значимого за пределами изучения предметного курса, необходим пересмотр всех компонентов методической системы.

У абитуриентов к моменту поступления в вуз уже сформированы все познавательные процессы, поэтому одна из основных задач высшей школысостоит вих дальнейшем развитии и усовершенствовании. Учитывая особенности учебно-познавательной деятельности студентов и её отличие по характеру и содержанию от деятельности учащихся школы, процесс усвоения знаний необходимо выстраивать как процесс установления связей между вновь приобретаемыми и старыми знаниями, которые тоже имеют свои внутренние связи.

Одной из обязательных составляющих и необходимым условием успешного усвоения математических знаний, сформированности умений, навыков и способов деятельности становится реализация преемственности в обучении математике. Создание и расширение ассоциативных связей в процессе актуализации и повторения знаний является способом реализации преемственности, что позволяет обучающимся осознать основные идеи математики, устанавливать связи с другими предметами, осмысливать и запоминать изучаемый материал.

Исследование проблемы преемственности в обучении математике студентов вузов традиционно рассматривается авторами в двух направлениях. Одно из них, обусловленное недостаточной математической подготовкой абитуриентов, способствует решению вопросов перехода от школьной математики к вузовской. Изменение статуса выпускника школы не всегда положительно сказывается на его учебной деятельности в вузе, в частности, деятельности по освоению содержания учебной программы по математике.

Изменение целей обучения приводит к необходимости усиления преемственности в содержании изучаемого материала в направлении «школа-вуз». Авторами-исследователями этой проблемы отмечается, что её следует понимать как непрерывное развитие предметно-содержательного материала, включающегося в общую логику развертывания курса в целом. Это предполагает создание на каждом этапе обучения базы для изучения предмета на более высоком уровне: расширение и углубление содержания изучаемых вопросов, обеспечение «сквозных» линий в содержании, повторений, пропедевтики, использования принципов концентричности и цикличности в организации содержания учебных программ и межпредметных связей [1].

Рассматривая преемственность как дидактический принцип, необходимо учитывать, что его соблюдение в обучении требует установления разнообразных связей внутри изучаемого курса; актуализацию и повторение учебного материала на новом уровне; раскрытие основных идей изучаемого курса; пропедевтику и перспективность в изучении учебного материала. Рассмотрение принципа преемственности с этих позиций раскрывает его содержательно-информационную сторону, т.е. определяет преемственность в содержании образования [2]. Это направление применительно к обучению математике студентов технического вуза связано с реализацией внутрипредметных и межпредметных связей, трактовкой основных понятий, последовательностью изложения учебного материала, уровнями возрастания его сложности и трудности, форм и методов организации процесса обучения на разных этапах, что обеспечивает поэтапное формирование у студентов математических компетенций, необходимых им в будущей профессиональной деятельности, а также способствует формированию мировоззрения будущих специалистов технической направленности [3].

Рассмотрим далее возможный вариант реализации указанных направлений преемственности в процессе математической подготовки студентов технического вуза через представление некоторых методических аспектов содержательной преемственности обучения на примере изучения дифференциальных уравнений.

Дифференциальные уравнения имеют большое прикладное значение. Они широко используются в механике, физике, астрономии. Определение скорости химических реакций, решение биологических проблем, оптимальное планирование в экономке – все это области приложения дифференциальных уравнений. При этом одно и то же дифференциальное уравнение может быть математической моделью совершенно различных природных процессов. Например, зависимость атмосферного давления p от высоты h характеризуется дифференциальным уравнением $\frac{dp}{dh} = -g \cdot h$, где искомая функция $p = p(h)$ есть плотность воздуха на высоте h, g – ускорение свободного падения, а задача о радиоактивном распаде (скорость уменьшения массы радиоактивного вещества пропорциональна количеству этого вещества) приводит к дифференциальному уравнению $\frac{dy}{dt} = -k \cdot y$ (масса радиоактивного вещества y есть функция времени t, k – коэффициент пропорциональности).

Поэтому методически важно для мотивации изучения новых уравнений рассмотреть некоторые вопросы истории возникновения и развития дифференциальных уравнений и связанные с этим другие историко-математические сведения. Это будет способствовать повышению интереса студентов к изучению математики, расширению их представлений о роли математики в изучении реальных процессов и о взаимосвязи математики и практики. Подготовку такой познавательной информации можно поручить студентам, что повысит эффективность занятия.

Преемственность в обучении математике предполагает обеспечение неразрывной связи между знаниями, полученными студентами в школе и в вузе. В соответствии с требованиями содержательной преемственности эти знания должны расширяться и углубляться, отдельные представления и понятия получать дальнейшее развитие. Дифференциальные уравнения не входят в программу математики учреждений общего среднего образования Республики Беларусь, но студенты-первокурсники, закончившие профессиональные колледжи, знакомы с элементами высшей математики, в том числе, и с дифференциальными уравнениями. Поэтому, рассматривая дифференциальные уравнения как элемент содержательной преемственности, необходимо сформировать у студентов понимание завершённости содержательной линии уравнений, изучению и применению которых было посвящено всё школьное обучение. Дифференциальные уравнения выступают как новый вид уравнений, обобщающих знания студентов об уравнениях (алгебраических и трансцендентных) школьного курса математики.

Так как школьный уровень усвоения учащимися содержательной линии уравнений и практических умений их решения не совсем убедительный (особенно для студентов технического вуза), то необходимо использовать соответствующие методические приёмы актуализации знаний студентов: основные понятия, связанные с уравнениями; методы решения конкретных уравнений; алгоритмы приведения уравнений к более простому виду; решение текстовых задач методом составленияуравнений, способы проверки решения, запись ответа и др. Так, необходимо особо обратить внимание на характеристики видов школьных уравнений, что позволит сделать более убедительной аргументацию необходимости осуществления деятельности по распознаванию, например, вида дифференциального уравнения первого порядка при символьном (общими формулами) задании видов уравнений. Если словесное описание признаков каждого вида уравнения не приводится, то, как свидетельствуют данные психологической науки, это затрудняет формирование умений распознавания у тех студентов, у которых символьный стиль кодирования информации не является ведущим. Для организации такой деятельности исследователи предлагают использовать различные средства, в частности, схемы определения вида дифференциального уравнения [4].

Вид дифференциального уравнения характеризуется приведением определения и указанием его отличительной особенности. Например, после определения дифференциального уравнения первого порядка с разделяющимися переменными в дифференциальной форме даетсязапись такого уравнения в общем виде $f_1(x)\cdot\varphi_1(y)dx+f_2(x)\cdot\varphi_2(y)dy=0$ и указывается его отличительная особенность: коэффициенты при dx и dyявляются множителями, каждый из которых содержит только одну переменную. Учёт этой особенности позволяет рассмотреть действие разделения переменных и определить его смысл: разделить переменные означает собрать по одну сторону от знака равенства множители, содержащие одну переменную и её дифференциал, а по другую – другую переменную и её дифференциал. Так создается аппарат решения дифференциальных уравнений с разделёнными (разделяющимися) переменными. На этом этапе методически целесообразно решить несколько несложных школьных уравнений с использованием преобразования переноса слагаемых в противоположную часть уравнения с изменением знака.

Методика изучения дифференциальных уравнений должна основываться на обобщении методов решения (разложение на множители, введение новых переменных, графический метод) известных студентам видов уравнений. Актуализация знаний студентов о методах решения уравнений по мере изучения дифференциальных уравнений может происходить посредством включения их в новые связи и отношения, что будет способствовать упрочению, углублению и обобщению ранее полученных знаний. Повторение изученного школьного материала может быть организовано разными средствами. Так, на начальном этапе изучения дифференциальных уравнений их решение можно сопровождать решением школьных уравнений для того, чтобы студенты могли воспользоваться методами их решения применительно к новому виду уравнений(организация повторения через блоки задач) [5].

Изучая математику в школе, учащиеся не раз использовали метод замены переменной при решении алгебраических и трансцендентных уравнений. Этот метод, являющийся разновидностью общенаучного метода познания сложных явлений сведением их к простым, имеет мировоззренческое значение, выходящее за пределы математики. Применение указанного метода при решении дифференциальных уравнений позволяет сформировать и отработать соответствующий алгоритм решения таких уравнений на конкретных задачах. Например, при решении линейных дифференциальных уравнений первого порядка, т.е. уравнений вида $y' + p(x)\cdot y = q(x)$, алгоритм решения определяет замену переменной (подстановку)вида $y = u(x)\cdot v(x)$, где $u = u(x)$ и$v = v(x)$– новые неизвестные функции, подлежащие определению.Тогда $\frac{dy}{dx} = y' = u'v + uv'$. Данное уравнение преобразуется к виду $u'v + uv' + p(x)\cdot uv = q(x)$. При выполнении дальнейших преобразований в соответствии с алгоритмом решения последнее уравнение преобразуется (при условии $v' + p(x)\cdot v = 0$, позволяющем найти функцию $v(x)$ к уравнению с разделяющимися переменными $u'v = q(x)$, которое позволяет найти функцию $u(x)$. Тогда общее решение данного уравнения записывается в виде $u(x)\cdot v(x)$.

Обучение математике в техническом вузе должно быть направлено на формирование у студентов профессиональной компетентности средствами этой учебной дисциплины, специфика которой заключается в возможности решения соответствующим образом ориентированных математических задач. Решая прикладные (профессионально-ориентированные) задачи различного уровня сложности в определённой последовательности, студенты знакомятся с профессиональными терминами, приобретают умения оперировать ими, анализировать ситуации, характерные для их будущей профессиональной деятельности. Однако в реальной практике обучения из-за небольшого количества аудиторных занятий затруднительно в полной мере продемонстрировать возможности математики в решении задач прикладного характера. Реализации внутрипредметной преемственности возможна через расширение форм внеаудиторной самостоятельной работы студентов.

Требование содержательной преемственности, заключающееся в осуществлении взаимосвязи между представлениями, понятиями, умениями и навыками внутри изучаемого курса, реализуется средствами математического моделирования. Рассматривая дифференциальные уравнения как элемент содержательной преемственности в контексте реализации внутрипредметных связей между разными разделами вузовского курса математики, необходимо отметить их связь с геометрической составляющей дисциплины. В частности, задачи геометрической оптики, геодезии, картографии и других областей естествознания связаны с нахождением кривых по заданным свойствам проведённых к ним касательных. Такие геометрические задачи, как правило, решаются с использованием дифференциальных уравнений. Составление таких уравнений обычно основанона использовании геометрического смысла производной как углового коэффициента касательной, то есть тангенса угла между касательной к кривой и положительным направлением оси Ox. Например, решение задачи «Найти кривые, у которых точка пересечения любой касательной с осью абсцисс имеет абсциссу: а) в n раз меньшую, чем абсцисса точки касания $(n>1)$; б) в n раз большую абсциссы точки касания. Конкретизировать решение для случая $n=2$» реализует преемственную связь между разделом «Аналитическая геометрия» и «Дифференциальные уравнения», в частности, при использовании метода математического моделирования.

Решение любой задачи, сводящейся к дифференциальному уравнению, состоит из двух этапов: творческого, связанного с составлением дифференциального уравнения, и технического, на котором проводится решение составленного уравнения. При работе с такими задачами реализуется направленность методики преподавания математики в техническом вузе на овладение студентами конкретными знаниями, необходимыми для построения моделей реальных процессов в смежных и специальных дисциплинах. После решения указанных задач можно вместе со студентами получить общую схему решения геометрических задач на составление дифференциальных уравнений.

Представленные методические аспекты реализации содержательной преемственности обучения математике студентов технического вуза способствуют формированию у них целостной системы математических знаний, умений и навыков, формированию опыта применения математической теории при изменении требований к объему и глубине усвоения знаний.

Список литературы

1. Ошуева Е.С., Шилова З.В. К вопросу установления преемственности между средней школой и вузом в обучении математике// Новые формы аттестации обучающихся в контексте преемственности обучения в школе и вузе: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Киров: Вят ГГУ, 2010. С. 90-94.
2. Сманцер А.П. Теория и практика реализации преемственности в обучении школьников и студентов. Минск: БГУ, 2011. 287 с.
3. Старовойтова Е.Л. Методические аспекты решения прикладных задач при изучении дифференциальных уравнений в высшей школе // XIX Международная научная конференция по дифференциальным уравнениям (Еругинские чтения 2019): материалы Международной научной конференции. Минск: Институт математики НАН Беларуси, 2019. Ч.2. С. 129-131.
4. Полюхович Н.В. Схема выяснения вида дифференциального уравнения первого порядка //Преподавание математики в вузах и школах: проблемы содержания, технологии и методики: материалы Второй региональной научно-практической конференции. Глазов, 2006. С. 31-36.
5. Ястребова Г.Е. Преемственность в подходах к решению уравнений элементарной математики и дифференциальных уравнений // Подготовка преподавателя математики и информатики для высшей и средней школы: тезисы докладов. М.: МПГУ, 1994. Ч. 2. С. 109-110.

Старовойтова Елена Леонидовна, доцент, канд. пед. наук, доцент кафедры «Высшая математика» МОУ ВО «Белорусско-Российский университет», г. Могилев, Республика Беларусь