

## К ПРОБЛЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

*Данная статья посвящена актуальной в настоящее время проблеме подготовки инженерных кадров. В статье представлены цели математической подготовки будущего инженера, содержание математического образования. На основе теоретических и экспериментальных исследований выделены проблемы организации процесса обучения математике студентов инженерных специальностей. В статье рассматриваются пути решения указанных проблем математической подготовки студентов, обозначены принципы, составляющие основу предлагаемой методики обучения (непрерывности процесса обучения математике, преемственности математического образования на различных этапах подготовки инженерных кадров, адаптации обучения, фундаментальности, концентричности и последовательности, дифференциации обучения).*

В современных условиях, когда социально-экономические изменения затрагивают все стороны общественной жизни, все более актуальной становится под-

готовка высококвалифицированных специалистов в различных областях научной и производственной деятельности, в том числе и инженерного направления. Подготовка современных инженеров – задача сложная и многоплановая. И одно из направлений ее решения – отбор содержания образования, применение эффективных методов, средств и форм обучения на всех этапах подготовки специалистов инженерного профиля (двузовском, вузовском и послевузовском) в единой системе образования.

Среди составляющих инженерного образования традиционно выделяют математическую компоненту, которая включает в себя не только знания, умения и навыки, но и опыт творческой деятельности, математическую культуру, интуицию, умение применить математический аппарат к решению прикладных задач, навыки самообразования и т.д. Свободное владение математикой необходимо будущему инженеру по многим причинам: это и необходимость применения математических средств в процессе изучения специальных дисциплин, и развитие мышления будущего специалиста, и глубокое проникновение математических методов в научные исследования и производство. В связи с этим существует необходимость в хорошей математической подготовке студентов инженерных специальностей, которая давала бы возможность математическими методами исследовать широкий круг новых проблем, применять современную вычислительную технику, использовать теоретические достижения в практике.

Двузовский этап подготовки специалистов инженерного профиля в свете концепции профильного обучения предполагает, что уже в XI – XII классах следует начинать подготовку будущих инженеров, предусматривающую ознакомление с элементами математического анализа (например, понятием производной, первообразной, неопределенного интеграла и их применениями), элементами векторной алгебры, элементами комбинаторики и математической статистики. При построении школьного курса математики должна быть усилена его прикладная направленность за счет:

- увеличения роли моделирования в обучении, выработки умения использовать модели для анализа реальных процессов;
- рассмотрения стохастических процессов, выработки умения использовать статистическую информацию в виде графиков, диаграмм, таблиц;
- увеличения роли геометрии как средства развития логического мышления, интуиции и пространственных представлений.

В высшей школе в результате изучения курса высшей математики студенты должны не только усвоить основные положения и правила линейной алгебры, аналитической геометрии, математического анализа, но и уметь применять эти знания к решению различных инженерно-технических, инженерно-экономических и организационных задач.

Качественная математическая подготовка будущих инженеров предполагает, что выпускник инженерного вуза в пределах своей специальности должен знать:

- основные математические операции изучаемых разделов математики и область их применения;
- основные методы постановки, исследования и решения математических моделей прикладных задач;
- основные численные методы решения модельных задач изучаемого курса;
- методы безусловной оптимизации;
- элементы теории вероятностей и математической статистики.

Кроме того, будущий инженер по окончании вуза должен уметь (в пределах своей специальности):

- строить математические модели;
- сопоставлять и сравнивать математические модели;
- выбирать математические методы и алгоритмы для решения предметной задачи;
- применять для решения задачи численные методы с использованием современных вычислительных машин;
- использовать качественные математические методы исследования;
- выработать практические рекомендации на основе проведенного математического анализа;
- самостоятельно разбираться в математическом аппарате, содержащемся в литературе, связанной с будущей специальностью.

Таким образом, высшая школа должна обеспечить овладение математическими знаниями в такой степени, чтобы будущие инженеры имели возможность не только решать сложные задачи, которые ставит или может поставить им практика, но и заниматься самостоятельным творчеством в области технических наук. Это возможно только тогда, когда специалист еще в вузе получит правильное представление о том, что такое математика и математическая модель, в чем заключается математический подход к изучению явлений реального мира, как его можно применять и что он может дать.

Основными целями математической подготовки будущего инженера являются:

- формирование системы математических знаний, умений и навыков, необходимых для продолжения образования в соответствии с избранной специальностью и применения их в будущей профессиональной деятельности;
- развитие общих интеллектуальных умений (анализа, синтеза, моделирования, обобщения и т.д.), познавательных и общих учебных умений (умение сформулировать проблему, выдвинуть гипотезу и провести ее проверку, сделать вывод и пр.);
- развитие специальных математических умений, пространственного воображения, интуиции, умения применять математические методы к решению прикладных задач;
- формирование представления о месте математики в системе наук, ее методологическом и прикладном значении;
- формирование таких качеств, как самостоятельность, целенаправленность, ответственность за принимаемые решения, навыков самообразования.

Рассмотрим вопрос о содержании курса математики на всех этапах подготовки будущего инженера. К такому вопросу не раз обращались как ученые-математики, так и дидакты. Одни выдвигали тезис о "фундаментальности математической подготовки", согласно которому "математике должны учить математики, приложениям – прикладники". Другие предлагали хаотически наполнить курс высшей математики прикладными задачами. Однако для достижения целей обучения математике необходимо, чтобы содержание учебной дисциплины соответствовало современным дидактическим требованиям, что предполагает обеспечение рациональной последовательности и взаимосвязи изучаемых тем, выявление внутрипредметных и межпредметных связей. К настоящему времени проведено достаточно много исследований, посвященных отдельным вопросам математической образованности будущих инженеров: интенсификации учебного процесса в техническом вузе при помощи информационных технологий (Е.В. Клименко), организации самостоятельной работы студентов (В.С. Вакульчик, А.А. Володин), применения лабораторных работ при изучении курса математики (Р.П. Исаева) и др. Кроме того, за последние годы проведены концепту-

альные исследования по проблемам профессиональной направленности преподавания математики студентам нематематических специальностей (Г.М. Булдык, В.Г. Скатецкий). Тем не менее, несмотря на наличие исследований по проблеме преподавания математики на факультетах нематематического профиля, в том числе и для инженерных специальностей, на данный момент необходимы исследования, посвященные комплексному изучению методической системы обучения математики студентов инженерных специальностей, обосновывающих особенности и специфику математической подготовки будущих инженеров и способных помочь преподавателям и студентам преодолеть те трудности, которые появляются в процессе обучения.

Нами проведен констатирующий эксперимент, составляющей которого было анкетирование студентов первого и четвертого курсов электротехнического факультета Белорусско-Российского университета. По результатам анкет 30% студентов утверждают, что высшая математика для них – сложная для восприятия наука, а 19% студентов говорят о недостаточном базовом (школьном) уровне и о необходимости адаптационного периода при поступлении в вуз в начале первого семестра. Кроме того, по результатам бесед с преподавателями высшей математики и анализа учебных программ можно выделить следующие проблемы математической подготовки будущих инженеров:

- различие в методах и формах преподавания математики в высшей и средней школах и отсутствие адаптационного периода для первокурсников, позволяющего привыкнуть к этим различиям;
- большой объем содержания курса высшей математики при достаточно малом количестве часов, отводимом на его аудиторное изучение;
- различный исходный уровень математической подготовки студентов;
- недостаточная развитость навыков самообразования и интереса к овладению математикой у будущих инженеров.

Возникает вопрос: как организовать процесс обучения математике студентов инженерных специальностей, чему и как учить, чтобы нейтрализовать указанные трудности и достичь поставленных целей?

Таким образом, актуальной становится задача внедрения целостной методики обеспечения математической составляющей в инженерном образовании, включающей ряд взаимосвязанных ступеней и призванной обеспечить плановость и поступательность развития личности студента, преемственность его общего и профессионального образования.

Целостная методика обучения представляет собой способ реализации содержания обучения, предусмотренного учебными программами, представляющий совокупность форм, методов и средств обучения, которая обеспечивает наиболее эффективное достижение поставленных целей и призвана объединить многие наработки как общих, так и конкретно-дидактических методик в комплексную методическую систему. Важной особенностью такой методики является прежде всего то, что в процессе ее реализации совершенствование традиционных форм и методов обучения, активизация самостоятельной учебно-познавательной деятельности и дифференцирование процесса обучения должны происходить на каждом из этапов подготовки будущего инженера (довузовском, вузовском и послевузовском).

В качестве основополагающих выделим следующие общедидактические требования реализации методики обеспечения математической составляющей:

- непрерывности процесса обучения математике;
- преемственности математического образования на различных этапах подготовки инженерных кадров (довузовском, вузовском и послевузовском);

- адаптации обучения;
- фундаментальности;
- концентричности и последовательности;
- дифференциации.

Требование непрерывности процесса обучения математике предполагает применение такой совокупности средств, способов и форм приобретения, углубления и расширения математического образования, профессиональной компетентности, культуры и воспитания, которая бы способствовала не столько усвоению определенного объема знаний, сколько выработке умения и потребности учиться всю жизнь. В процессе непрерывного обучения раскрывается индивидуальность человека, повышается его культурный и профессиональный уровень, формируются готовность к самосовершенствованию и способность "следовать" за быстро меняющимися требованиями профессии, происходит постоянное пополнение знаний и повышение квалификации. Требование непрерывности образования приобретает значимость в связи с динамичностью развития современного общества, использованием новых информационных технологий, применением в профессиональной инженерной деятельности все более совершенных методов.

В процессе непрерывного обучения особую роль играет требование преемственности. Можно выделить как преемственность по горизонтали, то есть межпредметные связи общего и специального образования, так и преемственность по вертикали – последовательно нарастающую сложность учебной деятельности по математике. В результате реализации принципа преемственности в процессе непрерывного обучения происходит дальнейшее развитие имеющихся у учащихся и студентов знаний, умений и навыков, раскрываются основные идеи математических курсов, взаимодействуют старые и новые связи, в результате чего образуется гибкая система прочных и глубоких знаний. Отметим также, что на каждом этапе подготовки будущих инженеров деятельность преподавателя имеет свои особенности. Тем не менее выбираемые формы, методы и средства обучения также должны удовлетворять требованию преемственности, а деятельность преподавателя должна быть преемственно связана с деятельностью на предшествующей ступени обучения, что достигается согласованностью учебных программ по математике при переходе с одного этапа на другой, подготовкой учебных пособий, пригодных (конечно же, в разной степени) для учебных заведений инженерного профиля.

Важную роль в процессе обучения математике будущих инженеров играет требование адаптации, поскольку не только многие вчерашние школьники испытывают трудности при переходе в новые для них условия обучения в вузе, но и после окончания вуза многих студентов ждут свои трудности, связанные либо с дальнейшим обучением (например, в магистратуре или аспирантуре), либо с переходом к профессиональной деятельности. Требование адаптации означает такое основоположение а процессе преподавания математики на всех этапах инженерного обучения, которое, во-первых, способствует более "безболезненному" переходу учащихся с одного этапа обучения на другой (например, выбор таких форм организации учебной деятельности, как урок-лекция, урок-практикум, урок-зачет, урок-лабораторная работа на довузовском и вузовском этапах обучения математике), во-вторых, обеспечивает изложение курса математики с возможностью ассимилирования полученных знаний в изучаемые специальные дисциплины либо в соответствующую специальность (в зависимости от этапа обучения). Уже на первом курсе студентов инженерного вуза целесообразно знакомить с различными численными методами решения задач (например, реше-

ние систем линейных уравнений методом Гаусса, решение систем нелинейных уравнений методом итераций, приближенное вычисление определенного интеграла по формулам прямоугольников, трапеций и Симпсона, приближенное решение дифференциальных уравнений методами Эйлера, Эйлера-Коши и Рунге-Кутты). На втором курсе полезно познакомить студентов с практическими применениями гармонического анализа и метода конечных элементов. Правильная реализация требования адаптации (отбор соответствующего для данной специальности математического материала, включение в общий курс математики прикладных задач, сотрудничество между преподавателями математики и специальных дисциплин) обеспечивает прикладную направленность курса математики и дает возможность построить его так, чтобы сделать данный курс максимально востребованным при изучении специальных дисциплин.

Требование адаптации выступает противовесом требованию фундаментальности обучения, который сохраняет курс математики как самостоятельную единицу учебного процесса, обладающую всеми признаками математики как науки. Требование фундаментальности обучения предполагает такое преподавание курса математики, которое обеспечит необходимый уровень математического образования учащихся и студентов на каждом из рассматриваемых этапов инженерного обучения. Организация процесса преподавания математики с учетом принципа фундаментальности подразумевает выполнение следующих требований: последовательность и строгость изложения, доступность курса математики, научно обоснованный подход к отбору учебного материала. Принцип фундаментальности обучения тесно связан с принципом концентричной последовательности, который предполагает, что содержание обучения инженера, как и педагогического работника, на каждом этапе должно быть локально завершенным и последовательно-перспективным [4].

В процесс обучения математике на всех этапах подготовки специалистов инженерного профиля должно быть заложено требование дифференциации обучения, так как оно призвано обеспечить развитие индивидуально-творческих, субъективно-личностных способностей будущих инженеров. Здесь будем различать внешнюю и внутреннюю дифференциацию обучения. На школьном этапе внешняя дифференциация может быть реализована в виде отбора учащихся после окончания базовой школы в учебные заведения нового типа или профильные классы средней школы. В вузе внешняя дифференциация процесса обучения может быть представлена дифференцированными сроками обучения, предполагающими многоступенчатость обучения. Внутренняя дифференциация проявляется в определении уровня математической подготовки учащихся и студентов, разноуровневом обучении математике, возможности перехода с более низкого на более высокий уровень обучения. Следует отметить, что вопросу внутренней дифференциации обучения математике учащихся старших классов до сих пор уделялось гораздо больше внимания, чем дифференцированному обучению студентов. Однако и на вузовском этапе обучения необходимо использовать различные подходы к обучению математике в зависимости от уровня знаний студентов (например, применение индивидуальных карточек-заданий, включающих базовые задачи и задачи для углубленного изучения темы, различных вариантов контрольных работ с дополнительными задачами для повышенного уровня обучения математике).

Еще одно требование методики обеспечения математической составляющей – требование интеграции всех ее составляющих. Цели, содержание, методы и средства обучения тесно взаимосвязаны между собой. Стоит одному звену дать сбой, как нарушается работа любого другого. Поэтому для достижения по-

ставленных целей необходимо очень серьезно продумать организацию, управление и контроль всего процесса обучения будущих инженеров.

Таким образом, качественная математическая подготовка будущих инженеров предполагает определение целей и содержания обучения, учета особенностей организации процесса обучения математике специалистов инженерного профиля и использования соответствующей методики обеспечения математической составляющей инженерного образования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. **Булдык, Г.М.** Формирование математической культуры студентов экономических специальностей / Г.М. Булдык. – Минск: НО ООО “БИП – С”, 2002. – 315 с.
2. Концепция профильного обучения в учреждениях, обеспечивающих получение общего среднего образования (XI – XII классы): приказ Министерства образования Республики Беларусь, 24 сентября 2004 г., № 893 // *Веснік адукацыі*. – 2004. – № 11 – С. 47-57.
3. **Новик, И.А.** О специфике понятий технологии и методики обучения математике будущих учителей / И.А. Новик // *Матэматыка: праблемы выкладання*. – 2002. – № 2. – С. 3-13.
4. **Радьков, А.М.** О принципах создания и реализации технологий непрерывной подготовки педагогических кадров / А.М. Радьков // *Веснік Магілёўскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя А.А. Куляшова*. – 1998. – № 1. – С. 17-22.
5. **Скатецкий, В.Г.** Профессиональная направленность преподавания математики: теоретический и практический аспект / В.Г. Скатецкий. – Минск: БГУ, 2000. – 160 с.
6. **Сманцер, А.П.** Педагогические основы преемственности в обучении школьников и студентов: теория и практика / А.П. Сманцер. – Минск, 1995. – 288 с.

Поступила в редакцию 11.04.2007 г.