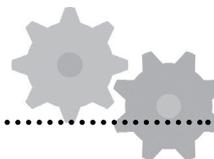


ТЕХНОЛОГИЯ И ПРАКТИКА ОБУЧЕНИЯ



Константин Никитович Лунгу, профессор кафедры дифференциальных уравнений Московского государственного областного университета, кандидат физико-математических наук

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ

Бурное развитие научно-технического прогресса в различных областях теоретической и практической деятельности человека, а также желание педагогов добиваться в своей профессиональной деятельности гарантированных результатов привели к внедрению в практику обучения эффективных образовательных технологий.

Понятие «технология» прочно вошло в общественное сознание педагогов и побуждает:

- ◆ находить основания результативности процесса обучения;
- ◆ мобилизовать лучшие достижения науки и опыта, чтобы гарантировать получение требуемого результата обучения;
- ◆ строить учебную деятельность на интенсивной основе;
- ◆ уделять большое внимание прогнозированию и проектированию деятельности обучающихся с целью сокращения количества процедур её возможного корректирования;
- ◆ использовать новейшие информационные средства в процессе их развития, максимально автоматизировать рутинные операции.

При этом в качестве критериев деятельности преподавателя выдвигаются следующие:

- ◆ чётко заданная цель обучения;
- ◆ представление изучаемого содержания в виде системы познавательных и практических задач, ориентировочной основы и способов их решения;
- ◆ последовательность, логика, определённые этапы усвоения;
- ◆ указание способов взаимодействия преподавателя и обучающихся на каждом этапе учебного процесса;
- ◆ использование преподавателем оптимальных форм и средств обучения (с точки зрения результативности учебного процесса);
- ◆ мотивационное обеспечение деятельности преподавателя и обучающихся, основанное на реализации их личностных качеств;
- ◆ указание границ алгоритмической и творческой деятельности преподавателя.

Для проектирования эффективной образовательной технологии особое значение приобретает предметный учебно-методический комплекс (УМК) как устойчивый сплав

ТЕХНОЛОГИЯ И ПРАКТИКА ОБУЧЕНИЯ

100

чётко структурированного содержания, учебно-методического инструментария и алгоритмизированного процесса обучения (А.М. Кушнир). УМК позволяет влиять и существенно изменять или корректировать параметры обученности (различение, запоминание, понимание, элементарные умения и навыки, перенос), усвоенных обучающимся в процессе обучения и учения (В.П. Симонов).

В книге [1] систематизированы современные психолого-педагогические и научно-методические основы создания учебной литературы для общеобразовательной школы. Приведём основные компоненты УМК по математике, адаптированные к условиям и требованиям высшей школы:

концепция курса — изложение основных психолого-педагогических положений, на которых базируется курс, принципов отбора и структурирования содержания, ведущих методических идей, позволяющих реализовать эти положения, принципиальных отличий от действующих курсов, преемственных связей;

программа курса (тематическое планирование учебного материала) — содержание курса с указанием примерного распределения учебного времени, рекомендуемого на основных его блоков; обязательный минимум содержания математического образования, предусмотренный государственными образовательными стандартами (ГОС);

учебник — центральная часть комплекта, которая содержит весь теоретический (объяснительный) материал курса;

задачник (сборник задач), содержащий разветвлённую систему задач различных уровней сложности, тренировочных упражнений, вопросы для самопроверки, систему контрольных работ по разделам учебника.

Ориентация на длительную востребованность образовательных результатов, возможно, потребует «домашнего УМК», который можно будет использовать и за рамками образовательного учреждения для решения познавательных и практических задач, с которыми человек встречается в повседневной жизни.

Модернизация содержания образования предполагает переход от простой передачи фактов обучающимся и оценки их знаний по объёму усвоенной информации к обучению навыкам применения полученных знаний на практике и оценки результатов обучения с точки зрения умения воспользоваться приобретёнными умениями и навыками. Этот переход требует, чтобы УМК нового поколения отвечали таким требованиям:

- ◆ компетентностный подход в образовании (создание условий, при которых обучающиеся смогут приобрести умения и навыки, позволяющие им быть успешными в жизни);
- ◆ практикоориентированность (формирование необходимых навыков);
- ◆ вариативность и многофункциональность (обеспечение различных уровней и форм обучения);
- ◆ оптимизация нагрузки и объёма материала.

Поскольку основное внимание в статье будет уделено задачнику, который в номенклатуре учебной литературы именуется учебным пособием, то опишем его основные функции:

- ◆ информационная (является источником обязательной для усвоения информации);
- ◆ трансформационная (конкретизация образовательных стандартов);
- ◆ систематизирующая;
- ◆ мотивационная;

◆ ориентация на способы познавательной деятельности, развитие познавательных возможностей учащихся;

◆ координирующая (координация всех учебных и методических материалов по предмету);

◆ интегрирующая (опора на знания учащихся, полученные из внеучебных источников информации);

◆ воспитывающая (формирование у учащихся отношения к себе, своим возможностям, образованию, миру);

◆ обратная связь между педагогическим действием и его результатом.

Эффективность УМК зависит от его аналитичности, это важное качество не только для математики, но и для культуры в целом. Избытком аналитичности наши учебники и учебные пособия никогда не отличались, у нас всегда большое внимание уделялось синтезу как всеединству, цельности, полноты, доказательности. Логическая, математическая строгость, фундаментальность, аргументированность, рациональность и т.п. качества мышления составляют основу нашей учебной литературы, а среди её «подводных камней» имеются закономерности, противоречащие даже принципам доступности и природосообразности. В самом широком, педагогическом, психологическом, дидактическом, методическом планах аналитичность — необходимое условие, предпосылка, когнитивная основа деятельности образовательных технологий.

Аналитичность требует внимания к проблемам, причинам, аспектам, деталям, частностям, нюансам, что согласуется с операционалистской и деятельностной природой технологии. Аналитическая направленность учебного пособия позволяет знанию стано-

виться операциональным только при условии его перевода в определённые количества информации.

Математика представляет собой систематизированную совокупность учебных задач (проекцию на учебный процесс практических задач), а не учебных тем. В качестве математических задач можно считать, например, поиск методов вычисления конкретных величин: длину, площадь, объём, скорость, ускорение, вес, кривизну, плотность, работу, производительность, ёмкость, сопротивление и т.д.

Уравнение, производная, интеграл, логарифм, синус, арктангенс, прямая, плоскость, фигура и т.д. не являются социально значимыми понятиями, а то, что радиоактивный распад, размножение бактерий и увеличение экологического мусора, развитие популяций и т.д. происходят по показательному закону, полезно знать многим.

Задачи математики как учебного предмета состоят в изучении законов и закономерностей, взаимосвязей между математическими формами и содержанием, структурами и величинами, которые имеют практический смысл и интерес.

Классическая наука обходилась исследованиями определённых процессов, большей частью линейных. Изучение современных системных процессов требует привлечения новых методов исследования, таких как кооперация, систематизация, классификация, моделирование. Складывается новый вид мышления — нелинейный, который необходимо внедрить также в практику математического образования [2].

Понятие «образовательный процесс» широко применяется и в теории, и практике педагогики и в нашем понимании представ-

ТЕХНОЛОГИЯ И ПРАКТИКА ОБУЧЕНИЯ**102**

ляет интегральную характеристику трёх составляющих: учебно-воспитательного процесса (деятельность преподавателя), учебно-познавательного и самообразовательного процессов (деятельность учащихся). Психологической основой образовательного процесса является теория учебной деятельности и деятельностный подход к обучению: обучение и развитие человека происходят в процессе его собственной активной деятельности; знания приобретаются и проявляются только в деятельности, которая состоит из отдельных действий, а действие можно представить в виде операций и приёмов (А.Н. Леонтьев).

Отсюда вытекает необходимость создания математической системы и соответствующей технологии обучения, выразить их в терминах деятельности и включить в процесс обучения при помощи важнейшего компонента учебной деятельности, каким являются приёмы учебной деятельности (О.Б. Епишева).

Под приёмами учебной деятельности подразумеваем системы действий, служащих для решения учебных задач. Приём может быть выражен в виде правила, инструкции, плана, указания, рекомендации, консультации и т.д. Он даёт общее направление деятельности учащегося, играет важную роль в овладении умениями и навыками, помогает самостоятельно приобрести знания, решить проблемную задачу.

Степень овладения приёмами учебной деятельности характеризуется терминами «умение» и «навык», которые отражают разный уровень сформированности приёма. Первый уровень — умение, выражается в способности выполнять действие в составе приёма под контролем. Второй уровень — навык — от-

ражается в способности выполнять действия в составе приёма быстро, автоматизированно.

Усвоенные приёмы деятельности закрепляются в сознании человека, и это даёт возможность ему накапливать опыт, самостоятельно создавать новые приёмы деятельности и продвигаться в изучении предмета.

Приёмы, как и знания или любая другая информация, забываются и теряют свою значимость, если их не обобщать и не систематизировать.

Особенности математических знаний, которые следует учитывать при проектировании и создании УМК по математике

1) Абстрактный характер математических знаний влечёт абсолютность истины в математике и необходимость логической последовательности построения учебного математического курса. Даже в близкой к математике науке — физике менялись представления о строении вещества, о природе и характере гравитации. Отсюда следует, что при обучении математике в максимальной степени необходимо использовать всевозможные интерпретации, наглядность, визуальность, одинаково использовать оба полушария человеческого мозга, физиологические возможности человека. При определении математических понятий иногда следует подходить утилитарным, «нематематическим» путём. Например, решение практической задачи о вычислении площади данного участка (фигуры) можно получить, разбивая участок (фигуру) на «почти прямоугольные полосы» (для которых площадь получается умножением длины и ширины), а затем складывать результаты. Это суммирование в математике приводит к определённому интегралу, а измерения на местности можно замечать (не для всех) интегрированием.

2) Практика применения математических знаний имеет умозрительный характер, при котором существенно возрастает роль чёткости и корректности поставленной задачи, логики рассуждений, культуры логического мышления. Студент должен осваивать методологию математики в целом, чтобы научиться самостоятельно добывать знания, необходимые для решения возникающих перед ним задач, если полученных в результате обучения знаний окажется для этого недостаточно. В настоящее время нельзя пройти через жизнь, ограничиваясь лишь теми знаниями, которые приобретены за годы обучения в вузе.

3) Математическому образованию характерна непрерывность изучения и применения, ориентированность её на практику.

4) Важнейшая особенность обучения математике заключается в том, что, вообще говоря, математике учить нельзя. В том смысле, что нельзя в процессе обучения этому предмету дать раз и навсегда рецепты для решения всех задач, которые встретятся в практике работы. Это невозможно по причине характера предмета: математика в силу внутренних законов её развития, неисчерпаема, как само знание. Таким образом, характерной чертой обучения математике в вузе является необходимость овладения методами самостоятельного приобретения знаний и приёмов учебной деятельности.

5) Математические знания невозможно «осваивать с середины», т.е. для ясного представления о математических понятиях всегда требуется некоторый предшествующий опыт. Математика больше, чем любая другая учебная дисциплина, требует строгой последовательности в приобретении знаний. Тем самым математика обладает определённой перманент-

ностью и преемственностью знаний, и поэтому для учебного курса математики очень важен отбор фактов, включаемых в его содержание.

УМК по высшей математике для студентов технических вузов

Он создан группой авторов (Д.Т. Письменный, К.Н. Лунгу, В.П. Норин, С.Н. Федин, Ю.А. Шевченко) и состоит из четырёх книг [3, 4, 5, 6]. Учебник [3, 4] под названием «Конспект лекций по высшей математике» написан Д.Т. Письменным.

Краткое описание учебника представим абзацем из его предисловия. Конспект содержит необходимый материал по всем разделам высшей математики, изложение теоретического материала ведётся на доступном, по возможности строгом языке. Книга должна помочь студенту в тех случаях, когда он что-то не успел записать на лекции, какие-то лекции были пропущены, в чём-то трудно (или нет времени) разобраться по другим учебникам, когда некоторые вопросы «слишком длинны» в его конспектах или много фактического материала, который следует изучать за ограниченное количество времени. Пособие может быть использовано студентами также для самостоятельного изучения соответствующего материала, является базой для подготовки к семестровым экзаменам по высшей математике.

Добавим, что «конспект» соответствует определённой лекционной структуре, хотя дидактической единицей учебного материала является «глава» как определённое содержание, состоящая чаще всего из трёх лекций. Три большие главы «Введение в анализ», «Определённый интеграл» и «Элементы теории функций комплексного переменного» содержат 10, 6 и 5 лекций соответственно.

На описании учебного пособия «Сборник задач по высшей математике» (1-й курс и 2-й курс) остановимся подробнее. Учебное пособие состоит из двух книг [5, 6], имеющих единую и специфическую структуру, и реализует гуманитарные идеи деятельностного подхода к образованию.

Строго упорядоченные системы задач, представленных в пособии (для самостоятельного решения, дополнительных задач, контрольных вопросов и более сложных задач по параграфам, системы контрольных работ по главам), позволяют решить важнейшую проблему обратной связи и мониторинга качества образования на соответствующем этапе обучения.

Вопрос о том, что следует принять за меру качества обучения, решается самим преподавателем, который строит свою методическую систему обучения в соответствии с этим пособием, имея возможность построения общей траектории образования для группы, частные траектории для подгрупп студентов или индивидуальные для каждого студента в отдельности.

Учебное пособие позволяет регулярно отслеживать, например, такие параметры состояния обучающегося:

- ◆ понимание как интегративное качество мыслительного процесса при решении задач (на каждом занятии можно использовать контрольный экспресс-опрос по диагностике уровня понимания, используя систему вопросов, имеющихся в пособии);
- ◆ владение студентами системой приёмов решения задач любого уровня сложности (используя систему тестов, построенных из задач пособия);
- ◆ понимание понятий, утверждений, формул и правил (с формулировкой соответ-

ствующих положений, построением примеров, контрпримеров);

- ◆ владение студентами необходимым запасом математических терминов, символов, логических знаков для построения любого дискурса в контексте деятельности.

Основная задача учебного пособия состоит в том, что, если обучающийся по какой-либо причине не усвоил данную тему в нужный момент, то он должен иметь возможность ликвидировать возникший пробел самостоятельно и вовремя так, чтобы смог включить эту тему в собственную систему знаний, которая без этого материала становится неполной, неструктурированной и неустойчивой. Пособие должно быть технологичным, инструментальным. Это положение может обеспечиваться только специальной формой, содержанием и структурой пособия. По словам Д. Дьюи, в любом опыте мышления предпосылки возникают лишь тогда, когда заключения становятся очевидными. Хорошо, если пособие построено так, чтобы студенту можно было рассчитывать на очевидность многих заключений, что может обеспечить только аналитичность, наглядность, визуальность.

Сформулируем некоторые положения, на которые мы ориентировались при создании учебного пособия. Пособие должно обеспечить:

- ◆ представление уровня теоретического материала, позволяющего решить любые задачи данного пособия;
- ◆ интерпретирование, усвоение и понимание всех теоретических положений курса высшей математики, представленных в пособии;
- ◆ выбор задач для формирования у студентов положительной мотивации учения;

- ◆ развитие устного счёта при решении задач любого уровня (устное вычисление пределов, дифференцирование, интегрирование, суммирование);
 - ◆ представление задач минимального уровня, усвоение которых обязательно для всех студентов соответствующих специальностей и направлений;
 - ◆ представление задач, позволяющих формировать, закрепить и обобщать основные приёмы мыслительной и практической деятельности по решению задач для выставления отметок «4» и «5»;
 - ◆ преемственность тем и разделов всего курса, при этом важно обращать внимание на возможность применения общих приёмов, разработанных в разных разделах, а также в школьном курсе математики;
 - ◆ наглядность всего учебного материала курса высшей математики;
 - ◆ использование рациональных приёмов решения конкретных задач;
 - ◆ возможность свёртывания определённых действий для минимизации времени, необходимого для решения задач определённого класса;
 - ◆ формирование приёмов решения задач любого уровня;
 - ◆ выбор каждым студентом собственной траектории обучения;
 - ◆ наличие задач прикладного характера для технических направлений;
 - ◆ выбор задач познавательного и развивающего характера;
 - ◆ выбор задач на: вычисление; доказательство; построение; составление математических моделей; преобразование математических моделей; интерпретации решения математических моделей;
 - ◆ достижение как ближайших, так и отдалённых учебных целей;
 - ◆ усвоение системы средств, необходимой и достаточной для успешной учебной деятельности;
 - ◆ выбор оптимальных методов и приёмов решения как отдельных задач, так и целых классов задач;
 - ◆ владение научными основами познавательной деятельности: индукция, дедукция, сравнение, аналогия, обобщение, классификация, систематизация, эвристический поиск;
 - ◆ наличие задач контролирующего характера, направленные на установление уровня готовности студентов к действиям в различных условиях, уровня обученности, математического развития и сформированности познавательного интереса;
 - ◆ формирование сквозных содержательно методических линий, позволяющих использовать определённые методы для решения задач из всех разделов высшей математики (преобразований, подстановок, неопределённых коэффициентов, матричная и определителей и т.д.);
 - ◆ содержательное, лаконичное, ясное объяснение решаемых задач;
 - ◆ технологичность, означающая, что если кто-либо захочет восполнить имеющийся пробел в программных знаниях, то при помощи пособия, он должен уметь это делать;
 - ◆ возможность осуществления постоянного и систематического мониторинга качества математического образования.
- О структуре пособия читаем в предисловии к книге [3] (имеет гриф «Допущено Министерством образования РФ в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям и

специальностям в области техники и технологии»). Каждый раздел сборника начинается с необходимого теоретического минимума, включающего важнейшие определения, теоремы и формулы. Затем идёт блок задач на эту тему, рассредоточенный следующим образом. Сначала подробно разбираются 1–3 типовые задачи, после чего предлагается для самостоятельного решения 6–10 аналогичных задач. Далее вновь разбираются 1–3 стандартные задачи на конкретную узкую тему, после чего снова идут аналогичные задачи для закрепления приобретённого навыка. И так далее. Именно так происходит обучение на практических занятиях в вузах, поэтому мы надеемся, что такое распределение задач будет особенно удобно преподавателям, ведущим семинары по высшей математике.

В конце каждого раздела находится составляющий наиболее существенную часть весьма обширный массив задач для самостоятельной (без преподавателя) работы студентов. Предполагается, что именно из этой части раздела преподаватель будет черпать задачи для домашних заданий студентам.

Мы уделили особое внимание стандартным задачам, которых так не хватает преподавателям и студентам для успешного хода учебного процесса. Тем не менее в сборнике довольно много более сложных заданий и устных вопросов для продвинутых студентов; все они выделены в особый пункт, которым завершается почти каждый раздел книги. Среди устных заданий — и в этом одна из особенностей книги — немало качественных вопросов, обычно предлагаемых на экзаменах по высшей математике. Эта часть задачника будет полезна студентам для подготовки к экзаменам и преподавателям для пополнения своего запаса подобных заданий.

Наконец, ещё одна особенность этой книги — наличие контрольных работ в конце каждой главы. Их могут использовать как студенты при подготовке к зачётам или контрольным, так и преподаватели. К подавляющему большинству задач сборника — а их в обеих книгах около 7000 — приведены ответы, а к наиболее трудным из них — решения или подробные указания.

Вклад автора статьи в «Сборнике» представлен главами «Аналитическая геометрия в пространстве», «Функции нескольких переменных», «Интегрирование дифференциальных уравнений высших порядков», «Кратные интегралы», «Криволинейные и поверхностные интегралы», а также опытом создания других учебных пособий для студентов вечерних и заочных отделений (с грифом Министерства образования и науки РФ).

Отметим ещё некоторые особенности, которые отличает это пособие от других. Сначала был произведён научный анализ аналогичных учебных пособий: была изучена последовательность тем, структура каждой темы, объём материала, психолого-методическая составляющая, соотношение логического — абстрактного — наглядного.

В результате были существенно улучшены следующие параметры: преемственность тем и разделов курса, структура, постепенное и непрерывное повышение уровня сложности задач, наглядность и визуальность, приёмы решения задач, введение творческих и исследовательских задач, полнота системы задач, контрастность, большое соотношение однообразия — разнообразия, введение контрольных заданий, ориентированность на требования ГОС.

Педагогический эксперимент использования «Задачника» (2002–2006 гг.) в разных ву-



зах страны показал эффективность разработанных нами систем задач и методического обеспечения, созданных в рамках УМК. В качестве экспертов (или рецензентов) по комплексу учебных пособий, созданных с участием автора статьи, участвовали: А.М. Катасонов, проф., д. ф.-м. н., зав. каф. «Высшая математика» МГАПИ; С.С. Лапушкин, канд. ф.-м. н., доцент МИЭМ; В.И. Михеев, проф., д.п.н., зав. каф. «Высшая математика» РУДН; Е.И. Санина, проф. каф. «Методика преподавания математики» МПГУ; А.Г. Мордкович, д.п.н., зав. каф. «Математический анализ» МПГУ; А.А. Пунтус, проф. каф. «Высшая математика» МАИ; М.И. Шабунин, проф., д.п.н., проф., МФТИ, Л.А. Уварова, д.ф.-м. н., проф., зав. каф. «Прикладная математика» МГТУ СТАНКИН; В.М. Шершнева, к.ф.-м. н., проф. РЭА им. Г.В. Плеханова, Э.А. Применко, к.ф.-м.н., доц. МГУ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Современная учебная книга. Подготовка и издание /Коллектив авторов под редакцией С.Г. Антоновой, А.А. Вахрушева. М., 2004.
2. Михеев В.И., Лунгу К.Н. Проблема формирования нелинейного мышления уча-

щихся и студентов в эпоху информатизации // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: фундаментальное естественнонаучное образование. № 1. 2005. С. 79–85.

3. *Письменный Д.Т.* Конспект лекций по высшей математике. Тридцать шесть лекций. 1 часть, М.: Айрис Пресс, 2000.

4. *Письменный Д.Т.* Конспект лекций по высшей математике. Тридцать пять лекций. 2 часть, М.: Айрис Пресс, 2000.

5. *Лунгу К.Н., Норин В.П., Письменный Д.Т., С.Н. Шевченко Ю.А.* Сборник задач по высшей математике. С контрольными работами. 1-й курс. М.: Айрис Пресс, 2004.

6. *Лунгу К.Н., Письменный Д.Т., Федин С.Н. Шевченко Ю.А.* Сборник задач по высшей математике. С контрольными работами. 2-й курс. М.: Айрис Пресс, 2004.

7. *Лунгу К.Н.* Линейное программирование. Руководство к решению задач. М.: Наука, 2005.

8. *Лунгу К.Н., Макаров Е.В.* Высшая математика. Руководство к решению задач. Часть 1, часть 2. М.: Наука, 2005.

