

Л.П. Вершинина¹

доктор технических наук, профессор

М.И. Вершинин²

кандидат педагогических наук, доцент

¹Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург, Россия

²Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

НЕПРЕРЫВНОЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Аннотация. Сформулированы цели математического образования специалистов технических вузов. Показано, что курс математики в техническом вузе должен отражать непрерывно развивающиеся тенденции в прикладной математике. Обоснована необходимость включения курсов математики в учебные планы на всех этапах обучения, в том числе и в магистратуре. Сформулированы основные требования к математическим дисциплинам для магистрантов, направленным на формирование у выпускника универсальных и общепрофессиональных компетенций. Приводится структура углубленного курса математики, отвечающая указанным требованиям.

Ключевые слова: компетенции; межпредметные связи; математизация знания; самообразование; профессионализация.

DOI: 10.25206/2307-5430-2020-8-52-58

Усиление роли общематематического образования в настоящее время является следствием постоянного расширения области приложения математических знаний. С помощью математических средств сегодня решается широчайший круг теоретических, производственных и экономических проблем.

Преобразования экономической и социальной сферы предъявляют жесткие требования к уровню научных знаний, которые должны соответствовать этим преобразованиям. Нужны новые знания, отличающиеся глубиной, универсальностью и конструктивностью.

Соответственно, меняются требования к профессиональному высшему техническому образованию. Современный выпускник технического вуза должен уметь решать задачи, возникающие в современном производстве, владеть компьютерными технологиями инженерных расчетов и методами решения многих прикладных задач.

Введение многоуровневой системы подготовки специалистов изменило структуру преподавания математических предметов в техническом вузе. Ряд разделов математики выделился в отдельные дисциплины (например, «Дифференциальные уравнения» для студентов радиотехнических специальностей). Вследствие возникновения новых задач изменился также набор математических разделов, используемых в приложениях.

В силу указанных причин традиционная классическая модель обучения математике в техническом вузе перестает соответствовать потребностям общества.

Целями математического образования специалистов технических вузов являются:

- формирование математических знаний и математической культуры;
- формирование и активизация математического мышления;
- формирование математических умений, то есть навыков использования математических методов в будущей профессиональной деятельности.

Выпускник вуза должен уметь целенаправленно использовать «аппарат» каждой изученной в вузе дисциплины в дальнейшей учебе и в профессиональной деятельности.

Реализация указанных целей начинается (но не заканчивается) в процессе изучения базового курса математики. Математическое образование является важнейшей составляющей в системе фундаментальной подготовки современного специалиста. Специалист должен знать, что рассматривается в разных разделах математики, и как соответствующие методы могут быть применены на практике. С разными разделами математики студентов необходимо знакомить с точки зрения их возможных приложений.

Значительное внимание необходимо уделять вопросам интеграции математики с циклом профессиональных дисциплин, т.е. укреплению межпредметных связей учебного курса [1]. При этом в содержании математического образования отдельным пунктом выделяется дидактическая задача формирования у учащихся навыков решения прикладных задач. В методике преподавания математики также необходимо обращать внимание на вопросы преодоления формализма и излишней логической строгости, достижение простоты и наглядности обучения.

Зачастую курс математики для бакалавров является хотя и обширным, но неоправданно усложненным, перегруженным неработающим материалом и в то же время бедным по содержанию. Так, недостаточно учитываются современные тенденции, идеи, понятия, методы, технологии, лежащие в основе приложений математики.

Вместе с тем, общий курс математики не должен стать курсом прикладной математики, содержащим минимально необходимые теоретические концепции. Программу курса математики необходимо систематически приводить в

соответствие с непрерывно развивающимися тенденциями в прикладной математике. Более того, необходимо включение курсов математики в учебные планы на всех этапах обучения, в том числе и в магистратуре.

Обучение в магистратуре предусматривает получение более глубоких теоретических и практических знаний в профессиональной области.

Как правило, от выпускников, освоивших образовательную магистерскую программу, требуется готовность решать задачи научно-исследовательского типа в профессиональной деятельности.

Исследователь, включаясь в научную деятельность, должен знать закономерности развития науки, структуру и формы научного знания, критерии научности нового знания. Математика усиливает требования к корректности постановки задач, повышает степень общности, эффективность объяснительных и предсказательных функций науки.

Целью образовательной магистерской программы является формирование у выпускника универсальных и общепрофессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО, а также профессиональных компетенций, установленных вузами на основе профессиональных стандартов, соответствующих профессиональной деятельности выпускников.

Такие дисциплины, как «Математические методы в научных исследованиях», «Математизация научного знания», «Моделирование в научных исследованиях» и т. п., читаемые в технических вузах магистрантам всех направлений, направлены на формирование у выпускника универсальных и общепрофессиональных компетенций. Профессиональные компетенции формируются специальными дисциплинами, использующими соответствующий математический аппарат.

Сформулируем основные требования к подобным общим математическим курсам для магистрантов.

Во-первых, курс должен опираться на математические знания студентов, полученные при обучении в бакалавриате, не повторять содержание изученных математических дисциплин, а развивать их в нужном направлении.

Во-вторых, курс должен обладать достаточной общностью и конструктивностью.

В-третьих, структуру и содержание курса должны определять следующие особенности проведения научных исследований:

1. Основу научной деятельности, особенно в экспериментальных науках, составляет получение, обработка и интерпретация экспериментальных данных. Полученные в результате экспериментов данные могут быть использованы в дальнейших теоретических исследованиях или практической работе только в том случае, если они достоверны. Исследователь должен понимать, что такое точность измерений, как нужно организовать эксперимент, чтобы получить ре-

зультат с требуемой точностью, как оценить степень достоверности полученных результатов.

2. Научное познание любого объекта, процесса, явления сводится, по существу, к разработке его модели. Исследователь должен уметь проектировать и настраивать модель, экспериментировать с моделью, интерпретировать результаты моделирования.

Сформулированным требованиям отвечает, на наш взгляд, следующая структура курса.

1) *Моделирование - метод научного познания*

Рассматриваются теоретические и эмпирические методы научного исследования (методы познания). Особое место отводится рассмотрению метода моделирования, его функциям и принципам. Внимание студентов акцентируется на принципах множественности моделей, информационной достаточности, осуществимости, агрегирования, параметризации.

Построение моделей – всегда процедура неформальная, опирающаяся на определенный опытный материал и зависящая от исследователя, поэтому особое внимание уделяется феноменологической основе моделирования, необходимости понимания сущности изучаемого явления.

2) *Математические методы организации и проведения экспериментальных исследований*

Рассматриваются актуальные проблемы организации и проведения экспериментальных исследований и методы их решения. Демонстрируется, как способы измерения и обработка полученных данных влияют на дальнейшие результаты.

Излагаются методы проверки статистических гипотез при решении некоторых задач, имеющих важное практическое значение (проверка гипотезы о грубой ошибке и т. п.). Показывается, как проверка статистических гипотез используется при выборе оптимального количества измерений, диапазона измерений, повышения точности и т. п.

В любой экспериментальной задаче присутствуют два аспекта: планирование эксперимента и статистический анализ данных, причем эти два аспекта тесно взаимосвязаны, так как метод анализа непосредственно зависит от использованного плана.

Рассматриваются методы планирования экспериментов (факторные планы, латинский квадрат, планирование эксперимента по поиску оптимума) и методы проверки результатов эксперимента на достоверность и воспроизводимость.

Показывается, как решается проблема восполнения недостающих данных методом математического моделирования

3) *Математические методы обработки и анализа эмпирических данных*

Рассматриваются методы решения задач, которые чаще всего встречаются в процессе обработки и анализа эмпирических данных: методы классификации и аппроксимации экспериментальных данных, методы исследования и оценки связей между наблюдаемыми признаками.

Студенты должны понимать, что дисперсионный анализ позволяет подтвердить влияние тех или иных факторов на рассматриваемый результативный признак, но не дает возможности определить силу и форму этого влияния; корреляционный анализ позволяет оценить силу взаимосвязи признаков, а методами регрессионного анализа можно выбрать конкретную математическую модель и оценить адекватность отражения ею установленной взаимосвязи признаков.

Приводятся основные практические приемы прогнозирования поведения изучаемой системы, что имеет в прикладных задачах большое значение. Так, в промышленности наибольшее применение критерии тренда находят при статистическом контроле и предупредительном регулировании технологических процессов, позволяя заранее статистически обоснованно выявить намечающуюся тенденцию ухудшения качества продукции. Приемы прогнозирования основаны на использовании статистических критериев Аббе-Линника, Фостера-Стьюдента, сериального критерия случайности Вальда-Вольфовица [2].

Получая экспериментальные данные и используя эмпирические методы, исследователь должен сделать выводы относительно изучаемого явления. Рассматриваются методы представления экспериментальных данных через эмпирические распределения.

Известно, что в соответствии с центральной предельной теоремой приемлемое описание многих реальных явлений дает нормальное распределение, поэтому оно является самым распространенным. Нормальное распределение описывает неограниченные случайные величины. Для описания случайных величин, ограниченных с одной стороны, обычно используются логарифмически нормальное и гамма-распределения; для описания случайных величин, ограниченных сверху и снизу, используется бета-распределение. Форма указанных распределений отличается большим разнообразием, однако, использование этих распределений для аппроксимации экспериментальных данных в реальных ситуациях не всегда оказывается удовлетворительным. Например, в условиях малой выборки, что довольно часто встречается в исследованиях, эмпирические данные могут быть с одинаковой степенью точности описаны как логарифмически нормальным, так и гамма-распределением.

Более общим методом описания эмпирических данных является применение распределений Джонсона, Пирсона, разложения Корниша-Фишера, разложения в ряд Грема-Шарлье, разложения в ряд Эджворта и др.[3].

4) *Технология моделирования*

Сегодня математическое моделирование является необходимым этапом проектирования любой сложной системы. Уникальность, динамичность, неопределенность в описании дестабилизирующих факторов и другие особенности сложных систем обуславливают проблемы их моделирования и выдвигают новые требования к моделям.

В связи с новыми требованиями к разработке моделей трансформируется концепция моделирования сложных систем [4].

Среди основных тенденций моделирования отметим следующие.

- преобладание специфических акцентов моделирования над общими акцентами;
- поэтапная идентификация моделируемой системы с использованием феноменологических зависимостей;
- трансформация понятия «адекватность модели».

Трансформация концепции моделирования сложных систем проявляется и в новых требованиях к адекватности модели. Если рекомендации и решения, полученные на основе результатов моделирования, удовлетворяют реальным потребностям, то модель считается адекватной. Таким образом, не требуется адекватность модели в классическом смысле. Возможность практического использования феноменологических моделей позволяет считать эти модели адекватными.

Достаточным требованием адекватности модели при моделировании является совпадение (с заданной точностью) выходных характеристик с реальными данными в отдельных временных точках. Оптимальную настройку модели будут давать параметры, дающие минимальное отклонение по выбранному критерию от натуральных данных.

- Настройка модели в процессе ее использования.
- Изменение способа использования модели.

Оценка и уточнение параметров модели меняют способ ее использования: модель оперативно адаптируется и включается в производственный процесс.

- Трансформация системной модели в моделирующую систему.

Тенденция такого перехода проявляется в интеграции моделей разного типа, например, феноменологической, аналитической, нечеткой, имитационной.

- Появление дополнительных этапов процесса разработки модели.

Модель становится информационным инструментом решения практических задач, поэтому необходима разработка специального пользовательского интерфейса для представления результатов моделирования заказчику.

Учет и знание тенденций моделирования и применение новых подходов к решению возникающих при этом проблем позволяет обеспечить качество моделирования и практическую применимость математических моделей в решении профессиональных задач.

Непрерывное математическое образование в техническом вузе способствует постоянному профессиональному развитию студента в любой области, стимулирует процесс самообразования, позволяет выпускнику ориентироваться на перспективу и стать конкурентноспособным специалистом.

Библиографический список

1. Вершинина Л.П., Вершинин М.И. Опыт построения интегративной дисциплины // Актуальные проблемы преподавания математики в техническом вузе. – 2019. – № 7. – С. 69–74.

2. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика для инженеров и научных работников. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816 с.

3. Бостанджиян Б.А. Распределение Пирсона, Джонсона, Вейбулла и обратное нормальное. Оценивание их параметров. – Черноголовка: Редакционно-издательский отдел ИПХФ РАН, 2009. – 240 с.

4. Вершинина Л.П., Вершинин М.И. Трансформация концепции моделирования сложных систем // Моделирование и ситуационное управление качеством сложных систем: сб. докл. научной сессии ГУАП (Санкт-Петербург, 8–12 апреля 2019 г.). – СПб: ГУАП, 2019. – С. 23–26.

Сведения об авторах:

Лилия Павловна Вершинина

Служебный почтовый адрес: 190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А; кафедра высшей математики и механики; e-mail: zk-inf@yandex.ru.

Научные интересы автора: управление в технических системах; педагогика высшей школы.

Михаил Иосифович Вершинин

Служебный почтовый адрес: 199106, Санкт-Петербург, 21-я линия Васильевского острова, д. 2; кафедра механики; e-mail: vershinin_mi@spmi.ru.

Научные интересы автора: геомеханика; педагогика высшей школы.