УДК 168.53:51:37.01

К ПРОБЛЕМЕ СОДЕРЖАНИЯ КУРСА «ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА» ДЛЯ СТУДЕНТОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

И.П. КУНЦЕВИЧ
(Полоцкий государственный университет)

Рассматривается проблема содержания курса дискретной математики для студентов машиностроительного профиля. На основе анализа содержания учебных пособий по дискретной математике, по общеобразовательным и специальным дисциплинам, а также на основе общеобразовательного стандарта обоснована актуальность обозначенной проблемы. Устанавливаются межпредметные связи дисциплины «Дискретная математика» и других дисциплин, изучаемых студентами машиностроительного факультета. В данной работе сделан акцент на то, что преподавание фундаментальных математических дисциплин должно способствовать выработке у студентов навыков построения и анализа математических моделей, разработке алгоритмов решения задач, доведения исследования до количественного результата. С учетом необходимости включения в процесс обучения студентов теории и практики построения дискретных моделей, связанных с решением производственных задач, предложено содержание курса «Дискретная математика» для машиностроительных специальностей.

Введение. Начиная с древних времен человек стал предпринимать попытки познать окружающий мир во всем его многообразии, причем это познание приобрело двустороннюю направленность: с одной стороны, понять, из чего состоит все многообразие окружающей действительности, первичные мельчайшие элементы разнообразного мира вещей; с другой – понять мир как нечто целое, единое, глобальное и единственное.

Реальные структуры объектов, процессов и явлений являются ***прерывно-непрерывными***. Такими, какими есть в действительности, они изучаются всеми науками, кроме, пожалуй, математики. Математика же в своих исходных понятиях в основном обособленно фиксирует момент ***дискретности*** (прерывности) или ***непрерывности*** реальных структур [1, с. 35]. Но ретроспективный взгляд на развитие математики подтверждает, что непрерывность и дискретность были не только в противопоставлении друг другу в определенные моменты истории, но и взаимосвязаны.

В XVII веке Ньютоном и Лейбницем были созданы общие методы дифференцирования и интегрирования, которые в первую очередь нацелены на моделирование, анализ и синтез физических систем, функционирующих в пространственно-временной (непрерывной) среде. В связи с этим высшая математика стала приобретать статус ***непрерывной математики***.

Однако начиная примерно с середины XX века в сферу человеческой деятельности бурно вошли и вскоре заняли определенное место информационные системы различного назначения. Определяющими процессами в кибернетических и интеллектуальных системах являются информационно-логические, принципиально дискретные процессы передачи, хранения и обработки информации. Такие системы несут на себе функции управления, контроля, прогноза, анализа и синтеза динамических систем. В настоящее время идет процесс информатизации общества, внедрение компьютеров во все сферы жизнедеятельности человека. В результате интенсивного развития часть математики, изучающая дискретные структуры, получила название ***дискретной***.

Основная часть

Обучение – процесс непосредственной передачи и усвоения опыта поколений во взаимодействии педагога и обучаемого [2, с. 56]. Любая модель учебного процесса содержит различные взаимосвязанные элементы, одним из которых является *содержание учебного материала*.

Проблему проектирования содержания курса «Дискретная математика» можно рассматривать в контексте общей проблемы проектирования содержания любой преподаваемой дисциплины в высшей школе. В ходе организации образовательного процесса перед каждым преподавателем встают вопросы: чему обучать в рамках данного курса? В каком объеме?

Как отмечает О.И. Мельников, проблема проектирования содержания курса дискретной математики является новой, хотя число работ, посвященных методике изложения отдельных тем, достаточно велико (М.П. Барболин, Л.Ю. Березина, С.И. Васильев, В.Ф. Волгина, Б.В. Гнеденко, Т.В. Малкова, В.М. Монахов, А.И. Павловский, А.Е. Пупцов, А.А. Харланов и др.). В то же время работы теоретического и методологического характера не получили необходимого освещения. Лишь некоторые проблемы, связанные с содержанием обучения дискретной математике в школе, были рассмотрены в работах А.Я. Блоха, Н.Я. Виленкина, В.А. Вышенского, Л.А. Калужнина, Ж. Папи, А.А. Столяра, Р.К. Таварткиладзе, В.А. Успенского, С. Хоупа, а с содержанием обучения в вузе – в работах А.Д. Мышкиса и Б.О. Солоноуца, А.А. Столяра [3, с. 12].

По мнению О.И. Мельникова, «Содержание дискретной математики рассматривается как многокомпонентная система, включающая знания, умения и навыки, направленные на достижение поставленных целей и решение возникающих при этом задач… Содержание вузовского обучения дискретной математике направлено на подготовку обучаемых к продуктивной работе после окончания вуза» [3, с. 89]. При определении содержания обучения дискретной математике в аспекте непрерывного обучения ученый опирался на принципы, разработанные Ю.К. Бабанским, В.В. Краевским, И.Я. Лернером, М.Н. Скаткиным и другими учеными. В результате О.И. Мельниковым была создана модель определения содержания обучения дискретной математике, которая включает цепочку взаимосвязанных элементов.

Внешние факторы, такие как: непрерывное развитие математики как науки, увеличение за последние десятилетия удельного веса дискретных разделов, использование математических моделей в различных областях науки и техники, применение дискретной математики как теоретической базы кибернетики, требования к подготовке специалистов высокого класса для работы в народном хозяйстве, связанные с увеличением роли дискретной математики при решении возникающих научных, технических, экономических и других задач, влияют на формирование социального заказа системы образования. Социальный заказ определяет функции, цели, задачи обучения дискретной математике, которые ложатся в основу принципов определения содержания.

О.И. Мельниковым выявлено, что в процессе обучения дискретной математике реализуются следующие функции [3, с. 91]:

1) информационно-образовательная;
2) развивающая;
3) воспитательная;
4) пропедевтическая;
5) мотивационная;
6) интегрирующая;
7) адаптационная.

Отдельно остановимся на интегрирующей функции, которая состоит в установлении связей между знаниями, полученными при изучении различных учебных дисциплин и комплексном их применении. Это означает, что в процессе обучения математике на технических специальностях с первого курса необходимо учитывать особенности и конкретное содержание будущей профессии.

Важнейшая цель математической подготовки будущих инженеров – научить таким математическим методам, которые составляют основы специальных дисциплин, сформировать умения применять эти методы при изучении конкретных технических процессов. Преподавание фундаментальных математических дисциплин должно способствовать выработке у студентов навыков построения и анализа математических моделей, разработки алгоритмов решения задач, доведения исследований до количественного результата [4].

Проследим генезис возникновения курса «Дискретная математика» в учебно-образовательном процессе вузов. Курс дискретной математики появился в учебных планах специальности «Прикладная математика» в 1974 году. Была разработана *программа курса «Математическая логика и дискретная математика»*, утвержденная в качестве типовой для названной специальности и содержащая четыре части [3, с. 60]:

1) функциональные системы с операциями;
2) теория графов и сетей;
3) теория кодирования;
4) приложение дискретной математики к математической кибернетике.

В течение тридцати лет дисциплина «Дискретная математика» стала изучаться студентами различных специальностей:

1) математических факультетов: математики-теоретики и математики-прикладники;
2) факультетов, которые тем или иным образом связаны с компьютером: информатики, программисты, кибернетики;
3) студенты экономических факультетов.

Надо отметить, что дискретная математика в последние годы стала преподаваться и студентам математических факультетов педагогических вузов.

Анализ учебников и учебных пособий по дискретной математике (Д. Андерсон, Ф.А. Новиков, В.А. Горбатов, С.В. Яблонский, С.Д. Шапорев, В.А. Осипова и др.) показал, что они изданы именно для студентов вышеуказанных специальностей. Для студентов машиностроительного профиля учебные пособия отсутствуют.

В Полоцком государственном университете курс «Дискретная математика» как общенаучная и общепрофессиональная дисциплина была введена для изучения студентами машиностроительного факульте-

та одиннадцать лет назад. На основе нового образовательного стандарта для специальности 1-360101 «Технология машиностроения» за 2007 год данный курс вошел в вузовский компонент цикла естественнонаучных дисциплин и изучается на 3-м курсе в шестом семестре.

Введение в образовательный процесс этой дисциплины для машиностроительных специальностей вызвано быстрыми темпами развития автоматизации производства. Начиная с 60-х годов XX века, в серийное машиностроительное производство стали внедряться станки с числовым программным управлением (ЧПУ). В 80-х годах появился принципиально новый вид комплекса автоматизированного оборудования с ЧПУ – гибкий производственный модуль. Развитие интегральных микросхем позволило оснастить станки вычислительными средствами – микропроцессорами [5].

Научно-техническая революция, высокие достижения и возможности электроники, вычислительной техники и кибернетики позволили коренным образом изменить традиционную систему производства, что привело к разработке и внедрению новых методов, подходов и концепций при решении технологических задач. Отсюда возросли требования, предъявляемые со стороны высшей школы к будущим специалистам в процессе обучения. Это нашло отражение в «Образовательном стандарте» как руководящем документе учебного процесса.

Практически все виды профессиональной деятельности опираются на дискретные модели. Одна из большого числа способностей, которыми должен владеть выпускник, – это умение «планировать и осуществлять оптимальные режимы и другие условия работы оборудования и оснастки, обеспечивающие требуемые результаты» [6, с. 6], т.е. решать задачи оптимизации.

Для того чтобы определить содержание курса «Дискретная математика», нами была поставлена задача: выяснить, на какие разделы или темы, а возможно, модели дискретной математики опираются дисциплины, изучаемые студентами машиностроительного факультета. В результате проведенного исследования получены следующие результаты:

1) в рамках дисциплины «*Организация производства и менеджмент в машиностроении*» изучаются следующие элементы курса «Дискретная математика»:

- при планировании инновационных процессов используются математические модели, построенные на основе теории графов в виде «дерева целей»;

- при планировании сложных комплексов взаимосвязанных и взаимообусловленных работ и управлении ходом их выполнения используется сетевой график анализа проектов, опирающийся на метод PERT. В основе этого метода – представление проекта (комплекса работ для достижения поставленной цели) в виде орграфа (сети). Элементы сетевого планирования, основанные на теории графов, нашли применение в экономической теории [6, с. 93];

2) содержание курса, представленного в книге «*Организация и оперативное управление машиностроительным производством*» автора Н.С. Сачко, также опирается на элементы дискретной математики [7]:

- оптимизационные модели математического программирования на определение количества деталей, необходимых обработать по нескольким вариантам;

- задачи на расчет оптимальной последовательности чередования объектов производства, которая решается как «задача коммивояжера», которую можно рассматривать как задачу построения гамильтонова цикла, минимальной длины;

- сетевые модели технологической схемы сборки линии, основных форм потоков и планировки оборудования на поточных линиях и др.;

3) в рамках курса «*Теория резания*» рассматривается задача оптимизации режима резания методом линейного программирования;

4) многие дисциплины с ярко выраженной профессиональной направленностью, например, «*Режущий инструмент*», «*Технологическое оборудование*», «*Станочное оборудование*», «*Проектирование механосборочных участков и цехов*» и другие рассматривают такие вопросы, как системы автоматизированного проектирования (САПР), станки с числовым программным управлением (ЧПУ), программно-математическое обеспечение, которые тесно связаны с программированием. В свою очередь *программирование опирается на* ***дискретную математику*** [4, с. 93];

5) в курсе «*Надежность и диагностика технологических систем*» рассматриваются вероятностные модели отказов систем и их элементов, которые опираются как на непрерывные законы распределения (например, показательный), так и на дискретные законы распределения [5];

6) в книге «*Машиностроение. Энциклопедия: Технология изготовления деталей машин*» под общей редакцией А.Г. Суслова рассматриваются задачи, которые базируются на элементах дискретной математики. Представим некоторые из них [9]:

- размерный анализ технологических процессов с использованием теории графов;

- автоматизация проектирования технологических процессов с использованием логических функций, элементов динамического программирования;

- оперативное планирование и управление, которое опирается на теорию массового обслуживания, теорию графов, теорию множеств.

Теоретический анализ и аналогичные исследования свидетельствуют, что в различных учебных пособиях, учебно-методических комплексах, изданных по дисциплинам для машиностроительных специальностей можно найти различные классы задач, опирающиеся либо на разделы дискретной математики, либо на дискретные модели.

В соответствии с идеей об изучении в технических вузах математики, ориентированном на специальность, высказанной А.Д. Мышкисом и Б.О. Солоноуцом, О.И. Мельников разработал этапы изучения дискретной математики на следующих факультетах: математическом, педагогическом, техническом и экономическом. На техническом факультете предлагаются следующие этапы изучения дискретной математики [3, с. 105]:

1) теоретические основы дискретной математики;
2) универсальные дискретные математические модели и способы их исследования;
3) использование дискретной математики для описания ситуаций в изучаемых дисциплинах;
4) обучение приемам сведения реальных производственных задач, возникающих в отрасли, к дискретным математическим моделям;
5) компьютерное исследование наиболее распространенных в отрасли дискретных математических моделей с помощью пакетов прикладных программ.

Для изучения реальных объектов, физических явлений и процессов используют различные методы, одним из которых является *моделирование*. Под моделированием понимается метод исследования, состоящий в создании модели, заменяющий исследуемый объект (оригинал), с последующим переносом полученной информации на оригинал [9, с. 162]. Если модель описывается с помощью математического языка, то в этом случае говорят о математической модели.

Общеизвестно, что математическое моделирование является мощным средством научного исследования для специалистов технического профиля. Наряду с непрерывными математическими моделями широкое распространение получили дискретные модели. В связи с этим важнейшими направлениями в разработке содержания дисциплины «Дискретная математика» являются [4]:

- ознакомление студентов с универсальными дискретными математическими моделями и способами их исследования;
- обучение приемам сведения реальных производственных задач, возникающих в различных отраслях, к дискретным математическим моделям;
- компьютерные исследования наиболее распространенных дискретных математических моделей с помощью пакетов прикладных программ;
- выявление связей между обучением дискретной и непрерывной математике, между обучением дискретной математике и информатике и т.п.

Выводы

1. Обучение математическим моделям касается не только физических (непрерывных) объектов и процессов, но и дискретных, рассматриваемых при организации и управлении производственным процессом. Изучение моделей, их классификация (прерывные, непрерывные или прерывно-непрерывные) рассматриваются в рамках таких дисциплин, как «Математическое программирование», «Исследование операций», «Экономико-математические методы и модели», которые разработаны для экономических специальностей. Поскольку данные дисциплины не изучаются студентами машиностроительных специальностей, то в курс «Дискретная математика» можно ввести раздел «Элементы математического моделирования».

С учетом вышеизложенного нами предлагается следующее содержание курса дискретной математики:

Раздел 1. *Элементы теории множеств. Алгебраические структуры.*

Раздел 2. *Булевы функции.*

Раздел 3. *Теория графов.*

Раздел 4. *Элементы математического моделирования.*

В третьем и четвертом разделах акцент делается на обучение умениям моделирования определенных процессов. В частности, в разделе «Теория графов» изучаются не только основные понятия, соотношения между элементами, но рассматриваются следующие задачи практического приложения: задача коммивояжера, задача о формировании потока максимальной мощности на сети, сетевые графики по комплексу работ, задача о назначении (в сетевой постановке) и т.д. В рамках четвертого раздела «Элементы математического моделирования» целесообразно рассмотреть следующие задачи: задачи линейного программирования (задача на расчет количества выпускаемых деталей, задача о раскрое материала и т.д.), транспортная задача, задача о назначении (венгерский метод), задача построения расписания для одной и нескольких машин (алгоритм Джонсона), задача о рюкзаке (метод ветвей и границ) и т.д.

2. Необходимо отметить, что формированием умения моделирования должны заниматься не только математики, но и преподаватели кафедр специализированных профессиональных дисциплин [10].

Лучше, если в курсе непрерывной и дискретной математики познакомят, обучат основным приемам и методам построения и исследования простых, общих, фундаментальных математических моделей, а на спецкурсах будут изучаться сложные модели, которые имеют ярко выраженную прикладную направленность. Например, в курсе дискретной математики изучается раздел «Графы» (основные понятия, связи, методы решения некоторого класса основных задач), а в спецкурсе можно рассмотреть размерный анализ технологических процессов с использованием графов.

3. В современный образовательный стандарт в курс математики введен раздел «Элементы математической логики и теории множеств», который фактически объединяет два раздела дискретной математики. Но возникает проблема: надо ли вводить эти разделы в непрерывную математику? Если есть необходимость включения этих разделов, то в каком объеме должно быть содержание?

Из-за недостаточного количества аудиторных часов в курсе математики можно только ознакомить с основными понятиями этих разделов. Некоторые преподаватели считают, что разделы «Элементы математической логики» и «Элементы теории множеств» вообще не стоит рассматривать на технических специальностях в рамках дисциплины «Математика». Мы придерживаемся той точки зрения, что включение этих разделов хотя бы в ознакомительном плане дает студенту лучше понять логическую структуру определений и теорем, а также всего курса математики. Эти разделы позволяют глубже понять и элементарную школьную математику. Хотелось бы, чтобы выделенные разделы уже на начальном этапе обучения, т.е. на первом курсе несли в себе пропедевтику дискретной математики. А при обучении дискретной математике в рамках данных разделов шло бы повторение, обобщение и углубление знаний, полученных на первом курсе.

4. Дискретная математика, в основном, изучает конечные множества и различные структуры на них. Поэтому эта дисциплина имеет широкий спектр приложений, прежде всего в областях, связанных с информационными технологиями и компьютерами. Формирование умений моделирования как непрерывных физических явлений и процессов, так и дискретных при организации и управлении производством, должно включаться в процесс обучения дискретной математике студентов всех технических специальностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жуков, Н.И. Философские основы кибернетики / Н.И. Жуков. – Минск: Изд-во БГУ, 1976. – 224 с.
2. Педагогика и психология высшей школы: учеб. пособие / отв. ред. М.В. Буланова-Топоркова. – Ростов н/Д: Феникс, 2006. – 512 с.
3. Мельников, О.И. Обучение дискретной математике / О.И. Мельников. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 224 с.
4. Вакульчик, В.С. К проблеме учета межпредметных связей в процессе преподавания дисциплины «Дискретная математика» с целью повышения мотивации и результативности обучения / В.С. Вакульчик, И.П. Кунцевич // Веснік МДПУ імя І.П. Шамякіна. – 2008. – № 2 (19). – С. 88 – 94.
5. Схиртладзе, А.Г. Надежность и диагностика технологических систем: учеб. / А.Г. Схиртладзе, М.С. Уколов, А.В. Скворцов; под ред. А.Г. Схиртладзе. – М.: Новое знание, 2008. – 518 с.
6. Руководящий документ Республики Беларусь. Образовательный стандарт. Специальность 1-360101. Технология машиностроения, 2007. – 31 с.
7. Сачко, Н.С. Организация и оперативное управление машиностроительным производством: учеб. / Н.С. Сачко. – Минск: Новое знание, 2006. – 636 с.
8. Машиностроение. Энцикл.: Технология изготовления деталей машин / А.М. Дальский [и др.]; под общ. ред. А.Г. Суслова, 2000. – Т. III – 3. – 840 с.
9. Лукашевич, В.К. Философия и методология науки: учеб. пособие / В.К. Лукашевич. – Минск: Соврем. шк., 2006. – 320 с.
10. Кудрявцев, Л.Д. Современная математика и ее преподавание / Л.Д. Кудрявцев; с предисловием П.С. Александрова: учеб. пособие для вузов. – М.: Наука, 1985. – 176 с.

Поступила 23.10.2009