ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

УДК 519.1:378

Е. А. Перминов

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБУЧЕНИЯ ДИСКРЕТНОЙ МАТЕМАТИКЕ СТУДЕНТОВ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Аннотация. В статье приведены результаты исследования процесса освоения теоретических основ дискретной математики студентами профессионально-педагогических специальностей. Базой методологического анализа стали предмет и функции этой науки и ее роль в математическом моделировании и вычислительных процессах.

Современная дискретная математика, т. е. математика структур финитного (конечного) характера, занимает важное место в модернизации профессионального образования. Особенно велико ее значение для подготовки выпускников педагогических специальностей, которые в недалеком будущем сами будут нести ответственность за качество обучения специалистов среднего и высшего звена инженерно-технической области: сегодня во многих отраслях все чаще возникают задачи, при решении которых требуется одновременное применение как непрерывных (основанных на методах классической математики), так и дискретных моделей.

Подготовка будущих профессиональных педагогов в области дискретной математики должна быть нацелена на адекватное специальности освоение математического моделирования, систем компьютерной математики, компьютерных технологий. Автор акцентирует внимание на том, что фундаментальная позиция в изучении студентами дискретной математики принадлежит овладению языком доминирующих в ней алгебраических, порядковых структур и логических, алгоритмических, комбинаторных схем. Охарактеризованы основные ориентиры отбора содержания рассматриваемого обучения. Приведенные теоретические положения исследования могут быть использованы в разработке и совершенствовании учебных планов и рабочих программ обучения бакалавров и магистров профессионально-педагогических специальностей.

Ключевые слова: педагог профессионального обучения, дискретная математика, теоретические основы обучения бакалавров и магистров профессионально-педагогических специальностей.

Abstract. The paper deals with the research findings concerning the process of mastering the theoretical basics of discrete mathematics by the students of vocational pedagogic profile. The methodological analysis is based on the subject and functions of the modern discrete mathematics and its role in mathematical modeling and computing.

The modern discrete mathematics (i.e. mathematics of the finite type structures) plays the important role in modernization of vocational training. It is especially relevant to training students for vocational pedagogic qualifications, as in the future they will be responsible for training the middle and the senior level specialists in engineering and technical spheres. Nowadays in different industries, there arise the problems which require for their solving both continual – based on the classical mathematical methods – and discrete modeling.

The teaching course of discrete mathematics for the future vocational teachers should be relevant to the target qualification and aimed at mastering the mathematical modeling, systems of computer mathematics and computer technologies. The author emphasizes the fundamental role of mastering the language of algebraic and serial structures, as well as the logical, algorithmic, combinatory schemes dominating in discrete mathematics.

The guidelines for selecting the content of the course in discrete mathematics are specified. The theoretical findings of the research can be put into practice whilst developing curricula and working programs for bachelors and masters' training.

Index terms: teacher of vocational training, the discrete mathematics, theoretical bases of bachelors and masters' training for vocational pedagogic qualifications.

В последние десятилетия во многих науках получили широкое распространение идеи и методы дискретной математики (ДМ), т. е. математики дискретных структур – «структур финитного (конечного) характера» [10, с. 207].

Предугадывая возрастающую роль дискретной математики, выдающийся ученый А. Н. Колмогоров указывал, что, «по существу, все связи между математикой и ее реальными применениями полностью умещаются в области конечного… Мы предпочитаем непрерывную модель лишь потому, что она проще» [7, с. 15]. Именно поэтому математические модели были в основном непрерывными. Эту же мысль хорошо сформулировал известный американский специалист по дискретной математике Д. Зайлбергер: «Непрерывный анализ и геометрия являются только вырожденными аппроксимациями дискретного мира… Хотя дискретный анализ концептуально проще непрерывного, технически он, как правило, значительно сложнее. Поэтому в отсутствие компьютеров непрерывная геометрия и анализ были необходимыми упрощениями, позволявшими исследователям добиваться успехов в естественных науках и математике» [13, с. 109]. В свое время один из основоположников информатики В. М. Глушков предказывал, что в начале XXI в. будет применяться прежде всего «математика дискретных, а не непрерывных величин», а «расширение области математизации знания… потребует и будет опираться на развитие новых разделов математики, прежде всего – новых разделов дискретной математики» [1, с. 122].

Прежние границы между классической («непрерывной») и дискретной математикой стираются, поскольку во многих науках все чаще встречаются задачи, при решении которых одновременно используются как непрерывные, так и дискретные модели. Это привело к возникновению новой точки зрения на природу математики, ее характер, на соотношение в ней непрерывного и дискретного. Поэтому современная дискретная математика имеет важное теоретическое значение в модернизации обучения студентов, особенно педагогических специальностей, несущих наибольшую ответственность за подготовку специалистов среднего и высшего специального образования. Проведем анализ теоретических основ обучения дискретной математике студентов профессионально-педагогических специальностей, предварительно охарактеризовав предмет и функции ДМ.

Предмет и функции современной дискретной математики. Ввиду обширности соответствующего предметного поля в качестве синонима этой науки используются также термин *конечная* математика и термины «дискретный анализ», «конкретная математика», которые отражают ее связи с классической («непрерывной») математикой.

Классической («непрерывной») математике присущи модели, определяемые на бесконечных несчетных множествах, в частности на множестве всех действительных чисел. Дискретные структуры (модели) определяются на конечных или бесконечных счетных множествах, т. е. множествах, для нумерации элементов которых требуются все натуральные числа (представьте, например, гостиницу с бесконечным множеством номеров, занумерованных натуральными числами).

Поскольку процесс вычисления на компьютере дискретный, основной особенностью многих исследований в области дискретной математики является отсутствие предельного перехода и непрерывности, характерных для классической математики. Именно благодаря понятию «дискретность» как антиподу понятия «непрерывность» в прошлом веке произошло выделение предмета ДМ как объективно существующей области математики, занимающейся изучением дискретных структур, которые возникают как в самой математике, так и в ее многочисленных приложениях, в том числе и в математическом моделировании с использованием компьютера в самых различных областях науки.

Важность языка дискретной математики в математическом моделировании можно проиллюстрировать на примере лишь одного раздела ДМ – комбинаторики. В последние десятилетия наблюдалось бурное развитие данного направления. Одной из важных причин этого стала фундаментальная роль комбинаторики как аппарата информатики и смежных областей. На практике часто возникают задачи, связанные с большими вычислениями на компьютере (эффект «комбинаторного взрыва»). Увеличение быстродействия компьютера не упрощает ситуацию, тогда как комбинаторные методы дискретной математики и математического анализа позволяют преодолеть эту сложность.

Анализ тематики журналов «Дискретный анализ и исследование операций», «Прикладная дискретная математика» и учебной литературы по современной ДМ свидетельствует о фундаментальном значении этой области науки в разработке и совершенствовании современных систем компьютерной математики (СКМ) и компьютерных технологий, служащих основой создания новых технологий во многих областях деятельности. В частности, в разработке и совершенствовании СКМ определяющую роль играет раздел прикладной дискретной математики «математические основы информатики и программирования», основным содержанием которого являются формальные языки и грамматики, алгоритмические системы, языки программирования, структуры и алгоритмы обработки данных, теория вычислительной сложности (см. тематику журнала «Прикладная дискретная математика»). В разработке и совершенствовании компьютерных технологий (более узко – вычислительной техники) определяющую роль играют, например, разделы «теория автоматов», «теория функциональных систем», «синтез и сложность управляющих систем» (см. тематику журнала «Дискретный анализ и исследование операций»).

Теоретические основы обучения ДМ бакалавров профессионального обучения. В результате изучения дисциплины «Математика» ФГОС подготовки бакалавров студент должен знать «фундаментальные разделы математики в необходимом объеме для (подготовки рабочих в различных отраслях экономики), осуществления профессионально-педагогической деятельности» [14, с. 15].

Профессионально-педагогическую направленность математической подготовки обеспечивают *математическое моделирование, дискретная математика* и *вычислительные процессы.* Идеи и методы этих областей науки, служащих основой всех новейших технологий века «компьютерной» автоматизации и роботизации производства, имеют важное теоретическое значение при выборе целей, содержания, методов и средств обучения математике бакалавров профессионального обучения.

Цели и содержание определяются прежде всего *принципом единства* обучения дискретной и непрерывной математике, поскольку современное математическое компьютерное моделирование включает совместное использование дискретных и непрерывных моделей. Умение гармонично сочетать названные модели является частью профессиональной культуры профильного обучения учащихся решению технологических задач производства, в том числе реализации вычислительных процессов в рамках той или иной производственной технологии.

Подготовка в области дискретной математики предусматривает интеграцию психолого-педагогического, отраслевого и производственно-технологического компонентов (профессионально-педагогической направленности подготовки) и поэтому должна быть нацелена на адекватное специальности обучение системам компьютерной математики, компьютерным технологиям [16, с. 130]. Это необходимо для выработки у бакалавров умения адаптироваться к постоянным изменениям в области компьютерной автоматизации и роботизации производства.

Общеизвестно, что функционирование сложных систем управления в энергетической, химической и многих других важных областях производства обеспечивается вычислительным процессом, реализуемым с помощью специализированного или универсального компьютера, который все чаще становится наиболее важным узлом данных систем. Проблема организации эффективного вычислительного процесса решается не только благодаря аппаратным возможностям компьютера или локальной компьютерной сети. Существенное значение имеют такие показатели эффективности, как точность вычислений, эффективность разрабатываемых алгоритмов вычислений, помехозащищенность и т. д.

Таким образом, корректное осуществление названного процесса требует от специалиста не только универсальных познаний в той специальной области, где он протекает, но и знания теорий алгоритмов, автоматов, кодирования, асимптотических оценок и приближений и др., являющихся разделами современной дискретной математики. Соответственно, ДМ имеет важное теоретическое значение в фундаментализации математической подготовки бакалавров профессионального обучения, определяющей успешность их учебы в магистратуре.

Согласно ФГОС подготовки бакалавра, изучение математики должно быть направлено в первую очередь на формирование общекультурной компетенции «осознания (бакалаврами. – *Е. П.*) культурных ценностей... (ОК-1)» [14, с. 7]. Это подтверждает теоретическую значимость роли ДМ в математическом моделировании и осуществлении вычислительных процессов на основе компьютерной сети. Без понимания предмета и функций ДМ трудно овладеть «способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессионально-педагогической деятельности (ОК-16)» в эпоху компьютерной автоматизации и роботизации производства, владеть «технологией научного исследования (ОК-19)» и «процессом творчества (поиск идей, рефлексия, моделирование) (ОК-28)», «готовностью к участию в исследованиях проблем, возникающих в ходе подготовки рабочих (специалистов) (ПК-12)», «способностью использовать передовые отраслевые технологии в процессе обучения рабочей профессии (специальности) (ПК-31)» [14, с. 7–12].

Теоретические основы обучения ДМ магистров профессионального обучения. Дискретная математика способствует также освоению общенаучных дисциплин, входящих в структуру основных образовательных программ магистратуры: «История и методология науки», «Методология научного творчества» и «Математическое моделирование». Фундаментальное значение ДМ в разработке эффективного алгоритма вычислительного процесса (в частности научного эксперимента) свидетельствует о значимости ее роли в формировании ряда общекультурных и профессиональных компетенций магистров, например «способности и готовности проводить научные эксперименты и оценивать результаты исследований (ОК-15)», способности и готовности «использовать углубленные специализированные знания, практические навыки и умения для проведения научно-отраслевых ипрофессионально-педагогических исследований (ПК-30)», «анализировать современные отраслевые (производственные) технологии для обеспечения опережающего характера подготовки рабочих (специалистов) (ПК-31)» [15, с. 9–13].

В ходе изучения дисциплин «История и методология науки» и «Методология научного творчества» необходимо отразить процесс математизации наук, т. е. проникновения идей и методов математики практически во все области научного знания. Наиболее ярким примером этого служит современная модельная методология, включающая постановку возникающих задач, их перевод на адекватный научный язык, рациональную разработку моделей исследуемых объектов или явлений (в частности, корректную формализацию описания их свойств и характеристик), наконец, создание эффективных алгоритмов и компьютерных программ для решения задач на основе разработанных моделей. Математическое моделирование с использованием дискретных и непрерывных моделей является ключевым моментом названной методологии и, стало быть, имеет особую ценность для изучения указанных дисциплин, в особенности математического моделирования в профессиональном образовании, устанавливающего взаимосвязь общенаучной и профессиональной подготовки магистров.

В вариативной подготовке магистра определяющую роль играет фундаментализация обучения, в том числе при изучении математики. Как известно, это означает приоритетность фундаментальных знаний и придание им значения основы, или стержня, для дальнейшего накопления знаний и формирования на этой базе умений и навыков. Другими словами, фундаментализация образования – это направленность на создание цельного, обобщающего знания, которое являлось бы ядром (основой) всех полученных знаний, объединяющим их в единую мировоззренческую систему.

Исследование предмета и функций дискретной математики показывает, что решение этой задачи предполагает изучение языка доминирующих в ДМ алгебраических, порядковых структур и логических, алгоритмических, комбинаторных схем (как средств, методов математического познания). Названные структуры и схемы играют фундаментальную роль в решении сложных проблем математического моделирования, в систематизации сведений по интересующей проблеме, в ее структуризации, представлении имеющихся знаний в виде, удобном для последующего анализа как «вручную», так и с использованием современных средств компьютерной техники. Освоение языка доминирующих в ДМ структур и схем должно приводить к пониманию внутренней логики математики и, соответственно, способствовать внутриматематической интеграции обучения магистров.

Основные ориентиры отбора содержания обучения дискретной математике. В работе автора статьи «О концептуальной роли дискретной математики в формировании общей культуры специалиста» обосновывается необходимость введения непрерывного обучения дискретной математике в системе «школа – колледж – вуз» [12]. Естественно, главную роль в его организации сыграют будущие педагоги профессионального обучения, особенно магистры. Содержание обучения ДМ в колледже должно учитывать специфику той области (отрасли) высшего профессионального образования, которую выберут будущие выпускники.

Сформировавшиеся в последние два десятилетия направления обучения ДМ можно условно разделить на четыре группы:

1) обучение математиков, программистов и специалистов в области прикладной математики;

2) обучение студентов инженерно-технических специальностей (электротехнических, машиностроительных и т. д.);

3) подготовка специалистов экономических и управленческих специальностей;

4) изучение элементов ДМ в рамках освоения ряда гуманитарных и других специальностей [11].

Ориентиром для отбора содержания непрерывного обучения ДМ должны также стать рекомендации целого ряда стандартов среднего профессионального образования в таких областях, как автомобиле- и тракторостроение, метрология, автоматические системы управления и др.

Далее, необходимо определить базовые понятия языка математических структур и схем, которые призваны быть своеобразными маяками обучения дискретной математике. Обязательным является изучение доминирующих в ДМ структур и схем, которые обеспечивают своеобразный «стандарт» профильной подготовки – фундаментальное, опережающее практику обучение, позволяющее выработать умение выделять комплекс основных связей исследуемого технологического объекта или явления.

Дискретную линию в вариативном обучении магистров должны представлять интегрированные программы и курсы, в которых отражены межпредметные связи ДМ с курсами математического моделирования, вычислительной математики, соответствующими специфике выбранной отрасли подготовки. Ориентированные таким образом программы и курсы необходимы для совершенствования содержания методической подготовки магистров, которое в противном случае может остаться «методическим комментарием» к соответствующим специальным курсам подготовки специалистов в других областях (естественнонаучных, инженерных и др.).

В содержании спецкурсов или семинаров следует учитывать модели профильного обучения реализуемые в тех колледжах (техникумах) и вузах, где планируют работать магистры. В то же время программы курсов должны отвечать используемой в учебном заведении системе обучения, что необходимо для их органичного включения в учебный процесс.

Для решения функциональных задач соответствующей образовательной подготовки необходимо создать гибкое программно-методическое сопровождение. Такое сопровождение даст возможность применять технологию интегрированного представления информации и знаний, предусматривающую интеграцию всех ранее известных педагогических программных средств и использование средств информационных и коммуникационных технологий (гипермедиа, мультимедиа систем, электронных книг и др.) в реализации дискретной линии вариативного обучения магистров.

Одним из наиболее продуктивных методов рассматриваемого типа образовательного процесса нам представляется метод учебных проектов, предполагающий организацию исследовательской деятельности студентов по решению задач из выбранной области математического моделирования и вычислительной математики. Это позволит сформировать научно-исследовательский потенциал магистров и в результате создать условия для реализации ими индивидуальных образовательных маршрутов.

Отметим, что для обучения ДМ бакалавров профессионального обучения в инженерных отраслях можно воспользоваться учебным пособием Л. К. Конышевой [8] и задачником Л. К. Конышевой, В. В. Мешкова [9] (для уровня специалитета), для углубленного вариативного обучения магистров профессионального обучения – учебными пособиями автора статьи [2–5] и составленным им же сборником задач [6].

Литература

1. Глушков В. М. Кибернетика. Вопросы теории и практики: моногр. М.: Наука, 1986. 888 с.

2. Клековкин Г. А., Перминов Е. А. Дискретная математика: в 4 ч. Ч. I. Комбинаторные конфигурации и кобинаторные числа: учеб. пособие для студентов пед. ун-тов и ин-тов. Самара: СФ МГПУ, 2005. 112 с.

3. Клековкин Г. А., Перминов Е. А. Дискретная математика: в 4 ч.: учеб. пособие для студентов пед. ун-тов и ин-тов. Самара: СФ МГПУ, 2005. Ч. II: Рекуррентные соотношения и производящие функции. 110 с.

4. Клековкин Г. А., Перминов Е. А. Дискретная математика: в 4 ч.: учеб. пособие для студентов пед. ун-тов и ин-тов. Самара: СФ МГПУ, 2005. Ч. III: Графы. 194 с.

5. Клековкин Г. А., Перминов Е. А. Дискретная математика: в 4 ч.: учеб. пособие для студентов пед. ун-тов и ин-тов. Самара: СФ МГПУ, 2005. Ч. IV: Асимптотические оценки и приближения. 50 с.

6. Клековкин Г. А., Перминов Е. А. Сборник задач по дискретной математике. Комбинаторные конфигурации и комбинаторные числа: учеб. пособие для студентов пед. ун-тов и ин-тов. Самара: СФ МГПУ, 2005. 50 с.

7. Колмогоров А. Н. Научные основы школьного курса математики. Первая лекция // Математика в шк. 1969. № 3. С. 12–18.

8. Конышева Л. К. Дискретная математика. Екатеринбург: Изд-во РГППУ, 2010. 206 с.

9. Конышева Л. К., Мешков В. В. Задачник по дискретной математике. Екатеринбург: Изд-во РГППУ, 2010. 140 с.

10. Математическая энциклопедия / гл. ред. И. М. Виноградов. Т. 2. М.: Сов. энцикл., 1979.

11. Перминов Е. А. Методические основы обучения дискретной математике в системе «школа – вуз»: моногр. Екатеринбург: Изд-во РГППУ, 2006. 237 с.

12. Перминов Е. А. О концептуальной роли дискретной математики в формировании общей культуры специалиста // Образование и наука. Изв. УрО РАО. Приложение. 2006. № 2 (2). С. 37–40.

13. Тестов В. А. О проблеме обновления содержания обучения математике в школе. // Преподавание математики в школах и вузах: проблемы содержания, технологии и методики: материалы Всерос. научно-практ. конф. Глазов: Глазовский гос. пед. ин-т, 2009. С. 106–111.

14. Федеральный государственный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 051000 Профессиональное обучение (по отраслям). Квалификация бакалавр.

15. Федеральный государственный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 051000 Профессиональное обучение (по отраслям). Квалификация магистр.

16. Федоров В. А. Профессионально-педагогическое образование в изменяющихся социально-экономических условиях: научное обеспечение развития // Образование и наука. Изв. УрО РАО. 2008. № 9 (57). С. 127–134.