Acta et Commentationes, Sciences of Education, nr. 1(31), 2023 ISSN 1857-0623
p. 85-92 E-ISSN 2587-3636

CZU: 378.016:51 DOI: 10.36120/2587-3636.v31i1.85-92

ИНТЕГРАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСКРЕТНОЙ МАТЕМАТИКИ

Анна ДЕТКОВА, доктор

https://orcid.org/0000-0002-9140-1306

Приднестровский университет им. Т.Г. Шевченко, Тирасполь, Молдова

Аннотация. В статье представлен целостный анализ возможности интегрирования Дискретной математики в системе профессионального образования на основе установления междисциплинарных связей, внедрения профессионально-направленных заданий, создания комплекса специальных условий для повышения уровня математической и общекультурной подготовки, профессиональной мотивации. На примере специальности «Компьютерные системы и комплексы» продемонстрирован опыт использования интеграционного потенциала Дискретной математики в изучении профессиональных дисциплин.

Ключевые слова: дискретная математика, интеграционный потенциал, междисциплинарные связи, профессионально-направленное обучение, профессиональное образование.

INTEGRATION POTENTIAL OF DISCRETE MATHEMATICS

Annotation. The article presents a holistic analysis of the possibility of integrating Discrete Mathematics in the system of vocational education based on the establishment of interdisciplinary links, the introduction of professionally oriented tasks, the creation of a set of special conditions to increase the level of mathematical and general cultural training, and professional motivation. On the example of the specialty "Computer Systems and Complexes", the experience of using the integration potential of Discrete Mathematics in the study of professional disciplines is demonstrated.

Key words: discrete mathematics, integration potential, interdisciplinary connections, vocational training, vocational education.

1. Введение

Дискретная математика является основой программирования и математического моделирования во многих областях исследований и важнейшим компонентом математического и информационного образования наряду с классической «непрерывной» математикой.

Следует подчеркнуть, что разделы дискретной математики, в том или ином виде, изучаются практически во всех специальностях информационного направления согласно государственным образовательным стандартам как среднего, так и высшего образования.

Однако, уровень общеобразовательной и математической подготовки обучающихся техникумов и колледжей остается низким, что показывают результаты статистической обработки среднего балла успеваемости абитуриентов при поступлении и анализ математической компетентности студентов первого курса [1].

Дискретная математика по сути своей являясь сложной абстрактной дисциплиной требует особого аналитического стиля мышления, создания специальных условий для освоения различных понятий и терминов, закрепления их на практике с использованием интеграционного потенциала при реализации междисциплинарных связей.

В основе математическо-логического мышления лежит некоторая предметно-содержательная реальность, подлежащая мысленному преобразованию, а его продуктом является новое математическое знание или решение новой математической задачи.

Интеграционный потенциал дискретной математики в формировании аналитического стиля мышления реализуется на основе внедрения доминирующих в дискретной математике алгебраических, порядковых структур, а также логических, алгоритмических, комбинаторных схем в профессионально-значимые дисциплины, благодаря чему в мышлении обучаемых формируются когнитивные (познавательные) структуры и схемы, являющиеся их отражением.

Математические компетенции, формируемые на этапах освоения разделов дискретной математики во взаимосвязи с профессиональными дисциплинами позволят сформировать личность будущего специалиста, включающую в себя мотивационную, социокультурную и поведенческую составляющие.

Таким образом, вышесказанное позволяет отметить следующие цели преподавания курса Дискретной математики:

- сформировать характерные качества мышления (логику, познавательную активность, критичность, рациональность, точность);
- научить конкретным математическим знаниям, необходимым для изучения профессиональных дисциплин;
- развить умения и навыки по приобретению новых компетенций;
- создать уровень подготовки по предмету, достаточный для понимания специальной литературы, содержащей математические понятия и символы.

В настоящее время современная наука в широком смысле проходит процесс математизации, выражающийся в применении математических методов для поиска новых закономерностей в науках, построения более глубоких теорий и в особенности создания специальных формализованных языков наук [5].

По мнению Б. Н. Иванова, «сегодня наиболее значимой областью применения методов Дискретной математики является область компьютерных технологий. Это объясняется необходимостью создания и эксплуатации электронных вычислительных машин, средств передачи и обработки информации, автоматизированных систем управления и проектирования» [6, с. 6]. Фундаментальной основой совершенствования компьютерных технологий служит такой раздел Дискретной математики, как теория алгоритмов, алгебра логики и теория графов.

2. Основная часть

Предлагаем рассмотреть разделы Дискретной математики, изучаемые в системе среднего профессионального образования информационного направления 2.09.02.01 Компьютерные системы и комплексы в разрезе использования интеграционного потенциала на основе междисциплинарных связей алгебраических, порядковых и логических структур в профессиональной деятельности выпускника.

Рисунок 1. Междисциплинарные связи Дискретной математики

Для этого установили междисциплинарные связи дисциплины Дискретная математика с теми профессиональными дисциплинами, которые являются профессионально-значимыми для указанной специальности (рис.1).

В результате проведённого исследования составлена матрица ***междисциплинарных связей первого уровня*** (Таблица 1). Матрица отражает область Дискретной математики и профессиональных дисциплин, которую необходимо освоить обучающимся для расширения их представления об идеях и методах Дискретной математики в различных областях профессиональной деятельности и производства.

В качестве системной структуры методологии используем матрицу междисциплинарных связей первого уровня [4]. Предлагаемая матрица в качестве элементов содержит связь C_i^j, где $\boldsymbol{i}$ –профессиональная дисциплина, $\boldsymbol{j}$ – раздел Дискретной математики. Интерпретируем выделенные связи как интеграционный потенциал в виде математических методов, профессионально-ориентированных задач, прикладных задач с использованием компьютерных приложений.

Таблица 1. Матрица междисциплинарных связей первого уровня

Наименование разделов Дискретной математики / Наименование профессиональных дисциплин		**Теория множеств и отношений**	**Основы математической логики**	**Комбинаторика**	**Теория графов**	**Теория алгоритмов**
		1	**2**	**3**	**4**	**5**
Цифровая схемотехника	**1**	C_1^1	C_1^2			
Основы электротехники	**2**				C_2^4	
Прикладная электроника	**3**	C_3^1		C_3^3		
Проектирование цифровых устройств	**4**	C_4^1	C_4^2	C_4^3	C_4^4	C_{54}^5
Микропроцессорные системы	**5**	C_5^1	C_5^2	C_5^3		C_5^5
Методы и средства защиты компьютерной информации	**6**		C_6^1	C_6^3		
Теория вероятностей и математическая статистика	**7**			C_7^3	C_7^4	
Основы алгоритмизации и программирования	**8**	C_8^1	C_8^2	C_8^3	C_8^4	C_8^5

Изучение дискретной математики начинается с теории множеств, так как это одно из фундаментальных понятий математики. Георг Кантор в своей новаторской публикации «О свойстве совокупности всех действительных алгебраических чисел» доказал, что множество действительных чисел «более многочисленно», чем множество алгебраических чисел. Так он впервые показал, что существуют бесконечные множества разных размеров.

«Множество — это большое число, позволяющее воспринимать себя как единое целое» — Георг Кантор.

Теория множеств, как уникальная область математики, находит практическое применение в математическом анализе, теории вероятностей и математической статистике, логической алгебре, теории графов и других прикладных науках. Учащиеся знакомятся с такими понятиями, как «бесконечное счетное множество», «трансцендентные числа», лучшими примерами которых являются Пи и ***e***, выполняют операции над множествами, устанавливают соответствия и отношения между множествами. Понятие функции приобретает более глубокий смысл в терминах отображения одного множества на другое.

Теория множеств имеет всеобъемлющий абстрактный характер, благодаря которому она затрагивает многие разделы математики. Дифференциальное и интегральное исчисление, лежащее в основе математического анализа и вызывающее у учащихся наибольшие затруднения, требует понимания пределов и непрерывности функций, раскрываемых в теории множеств.

Операции пересечения, объединения и разности в теории множеств соответствуют логическим операциям «И», «ИЛИ» и «НЕ». Теория множеств закладывает основы топологии и теории графов — исследования геометрических свойств и пространственных отношений.

Раздел дискретной математики, изучающий вопросы о том, сколько различных комбинаций при определенных условиях можно составить из данных объектов, называется комбинаторикой. Многие практические и теоретические задачи сводятся к подсчету количества элементов в различных множествах. Это определило широкое применение комбинаторных методов в теории вероятностей, геометрии, теории групп, статистике со всеми их многочисленными приложениями, экономике, физике, химии, биологии, вычислительной технике и других науках.

Рассмотрим задачу, решаемую в рамках изучения дисциплины Проектирование цифровых устройств с использованием комбинаторных схем.

Задача. Узел аппаратного шифрования процессора шифрует передаваемые по каналу данные путем простой перестановки бит в слове. Слово состоит из 8 бит. Скорость потока данных в канале составляет 8 мегабит в секунду (Мб/с). Может ли аппаратный шифровщик на основании полного перебора (брут-форса) расшифровать на лету весь трафик, если анализ правильности одного слова занимает 1 нс?

Решение.

8 Мбит/с=1Мбайт/с, следовательно, расшифровка 1 слова будет за 1 нс.

По формуле размещения с повторениями для позиционного кода:

$\overline{A_n^k} = n^k = 2^8 = 256,$

где n=2, возможное значение бита информации (0,1);

k=8, размер слова в битах.

Таким образом, на перебор всех возможных комбинаций затратится 256нс, что много меньше, чем 1 мкс.

Раздел алгебры логики, как видно из анализа представленной таблицы 1, находит применение в таких дисциплинах, как Основы алгоритмизации и программирования, Цифровая схемотехника, Проектирование цифровых устройств, Микропроцессорные системы, Методы и средства защиты компьютерной информации.

Рассмотрим несколько примеров применения алгебры логики в прикладных задачах.

Пример 1. Составить схему электрической цепи, содержащей переключатели *A, B, C,* так, чтобы цепь замыкалась лишь в том случае, если замкнуты все переключатели или ни один из них.

Решение. Составим таблицу, в каждой строчке которой, укажем все возможные положения переключателей *A, B,* C и в отдельном столбце отметим состояние для каждого набора переключателей в соответствии с условием задачи (таблица 2):

Таблица 2. Таблица всех возможных положений переключателей

A	B	C	F
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Построим СДНФ: F(A,B,C)=(A&B&C)V(A&B&C). Изобразим графически переключательную схему, соответствующую этой логической функции (рис.2):

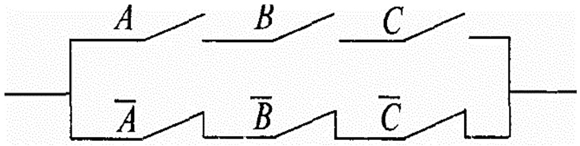

Рисунок 2. Переключательная схема

Пример 2. Минимизировать переключательную схему (рис.3):

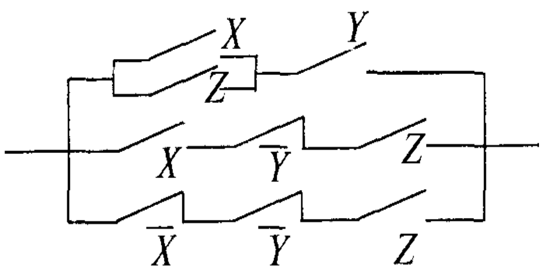

Рисунок 3. Переключательная схема

Решение. Исходная схема имеет девять переключателей. Составим логическую формулу, соответствующую данной схеме и минимизируем ее.

$$F(X,Y,Z) = ((X\vee Z)\&Y)\vee(X\&\bar{Y}\&Z)\vee(\bar{X}\&\bar{Y}\&Z)=$$

$$=((X\vee Z)\&Y)\vee(\bar{Y}\&Z)\&(X\vee\bar{X}) =(X\vee Z)\&Y)\vee(\bar{Y}\&Z)\&1=((X\vee Z)\&Y)\vee(\bar{Y}\&Z)=$$

$$=(X\&Y)\vee(Y\&Z)\vee(\bar{Y}\&Z) =(X\&Y)\vee Z\&(Y\vee\bar{Y}) = (X\&Y)\vee Z\&1 =X\&Y\vee Z$$

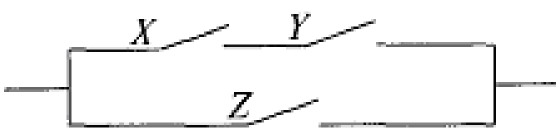

Рисунок 4. Упрощенная переключательная схема

Рассматриваемая схема может быть заменена более простой, содержащей только три переключателя (рис.4).

В цифровой схемотехнике находит широкое применение теория графов. Так, интегральная микросхема представляет собой несколько слоёв миниатюрных микросхем, логически объединенных в одну пластину. Поэтому крайне важно исключить пересечение проводников (линий пайки) в местах, не предназначенных для соединений. Если представить места этих соединений вершинами графа, то необходимо решить задачу построения графа с непересекающимися ребрами (планарного графа). Известно, что граф, изоморфный плоскому, называется планарным. Например, все три изоморфных графа Г1, Г2, Г3 на рисунке 5 планарные, но только Г2, и Г3 – плоские.

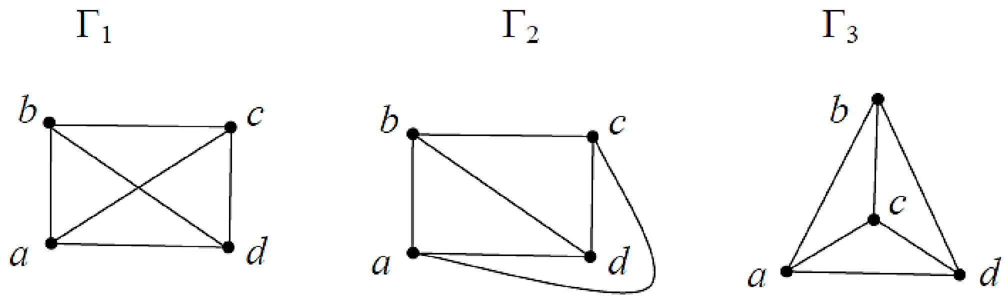

Рисунок 5. Изоморфные графы

Задача. Можно ли изобразить в виде изоморфных плоских графов следующий планарный граф (рис.6.).

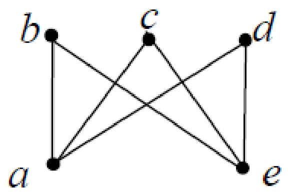

Рисунок 6. Планарный граф

Решение. Построим следующие изоморфные графы (рис.7). Данные графы являются изоморфными плоскими графами, их ребра пересекаются только в вершинах.

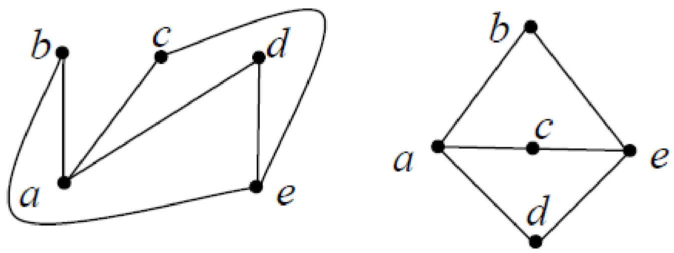

Рисунок 7. Изоморфные плоские графы

3. Выводы

Таким образом, включение в программу обучения дисциплины прикладных задач, соблюдение принципов преемственности и взаимосвязи разрешают вопрос студентов о практическом применении математических знаний в их будущей профессии.

Как показывает опыт, трудности обучения и понимания уменьшаются во много раз, когда предмет вызывает интерес. Каждое занятие в аудитории должно быть творческим актом, заставляющим концентрировать мысль обучающихся на исследуемом объекте, постановке задачи и методе ее решения.

Ведущее место в математической подготовке студентов должно занять выявление связей науки с практикой. Если студент не видит реальных истоков математических понятий, то изучаемые абстракции представляются ему произвольными, случайными и надуманными, что препятствует их сознательному усвоению.

Таким образом, математическую подготовку будущих специалистов следует рассматривать как неотъемлемую часть общекультурной подготовки личности и, конечным результатом выдвинутой концепции является создание специальных педагогических условий интеграции доминирующих в Дискретной математике структур в профессиональную деятельность будущего выпускника.

Библиография

1. ДЕТКОВА, А. Анализ математической компетентности студентов технического профиля. *Acta et commentationes Ştiinţe ale Educaţiei.* Revistă ştiinţifică, 2022, №3(29), pag. 55-61. ISSN 1857-0623, E-ISSN 2587-3636. (Categoria C). Disponibil: https://revista.ust.md/index.php/acta_educatie
2. РУЗАВИН, Г. И. Математизация научного знания. Москва: Мысль, 1984. 207 с.
3. ФЕДОРОВ В. А. Профессионально-педагогическое образование в изменяющихся социально-экономических условиях: научное обеспечение развития В: *Образование и наука: Известия Уральского отделения Российской академии образования*, 2008. № 9 (57). с. 127–134.
4. ДЕТКОВА, А. Роль математики при освоении профессиональных дисциплин в системе среднего профессионального образования: диссертация доктора пед. наук. Кишинев, 2019, 218 с.
5. ВЕЧТОМОВ, Е. М. *Философия математики*: монография. Киров: Изд-во ВятГГУ, 2004. 192 с.
6. ИВАНОВ, Б. Н. *Дискретная математика. Алгоритмы и программы: учебное пособие*. Москва: Лаб. базовых знаний, 2002. 288 с.