

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учебно-методическое объединение вузов Республики Беларусь

по естественнонаучному образованию

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра
образования Республики Беларусь

_____ В.А. Богуш

«_____» _____ 2018 г.

Регистрационный № ТД-_____/тип.

Дискретная математика и математическая логика

Типовая учебная программа по учебной дисциплине

для специальности

1-31 03 07 Прикладная информатика

(по направлениям)

СОГЛАСОВАНО

Председатель

Учебно-методического

объединения по

естественнонаучному образованию

_____ А.Л. Толстик

«_____» _____ 2018 г.

СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления

профессионального образования

Министерства образования

Республики Беларусь

_____ С.А. Касперович

«_____» _____ 2018 г.

СОГЛАСОВАНО

Проректор по научно-методической

работе Государственного

учреждения образования

«Республиканский институт высшей
школы»

_____ И.В. Титович

«_____» _____ 2018 г.

Эксперт-нормоконтролер

_____ 2018 г.

Минск 2018

СОСТАВИТЕЛИ:

Д.М. Васильков, доцент кафедры биомедицинской информатики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра информатики и методики преподавания информатики физико-математического факультета Учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»;

В.Н. Комличенко – заведующий кафедрой экономической информатики Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, кандидат технических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ

Кафедрой дискретной математики и алгоритмики Белорусского государственного университета
(протокол № 3 от 19 октября 2017 г.).

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета
(протокол № 3 от 19 декабря 2017 г.).

Научно-методическим советом по прикладной математике и информатике учебно-методического объединения по естественнонаучному образованию (протокол № 14 от 5 декабря 2017 г.)

Ответственный за редакцию: Д.М. Васильков

Ответственный за выпуск: Д.М. Васильков

Пояснительная записка

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Дискретная математика и математическая логика» разработана в соответствии с типовым учебным планом и образовательным стандартом высшего образования первой ступени по специальности 1-31 03 07 «Прикладная информатика (по направлениям)» (ОСВО 1-31 03 07 – 2013).

Основной спецификой дискретной математики и математической логики является их алгоритмическая основа и демонстрация использования дискретности в современной науке. Учебная дисциплина «Дискретная математика и математическая логика» (ДМ и МЛ) является не только фундаментом математической кибернетики, но и важным звеном математического образования для специалистов в области прикладной математики и информатики. Дисциплина ДМ и МЛ знакомит студентов с такими дискретными объектами, как множества, комбинаторные функции, графы, булевы функции, грамматики, конечные автоматы и алгоритмы. Указанные объекты определяют основу перечислительной комбинаторики, дискретной оптимизации, криптографии, теории алгоритмов и являются базовыми для многих прикладных областей. Прогресс в их изучении самым непосредственным образом влияет на состояние и развитие информационных технологий.

В дисциплине ДМ и МЛ изучаются: логика высказываний (свойства и основные операции), теория множеств, комбинаторный анализ, конечные графы, булевы функции, грамматики и алгоритмические модели.

Цель дисциплины ДМ и МЛ: изучение методов решения логических и комбинаторных задач.

Образовательная цель: получение будущими специалистами базового математического образования, необходимого им в дальнейшем для успешной работы.

Развивающая цель: формирование у студентов современного математического кругозора, овладение навыками алгоритмического и логического мышления.

При изложении материала учебной дисциплины целесообразно акцентировать внимание на принципах логических построений, способах описания множеств с помощью предикативных формул, а также на эффективности применения аппарата математической логики и теории множеств для решения задач комбинаторики и теории графов.

Основные задачи, решаемые при изучении дисциплины ДМ и МЛ:

- ознакомление студентов с такими фундаментальными понятиями как логическая формула, предикат, множество, полнота, замкнутость и др.;
- изучение подходов к описанию множеств и операций над ними с помощью формул логики предикатов;
- применение методов математической логики и теории множеств для решения задач перечислительной комбинаторики и теории графов.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основные логические операции и формулы логики высказываний;
- базовые понятия и методы теории множеств и комбинаторики;
- основы теории булевых функций;
- основные понятия и результаты теории графов;
- элементы теории формальных грамматик и языков;
- основы теории алгоритмов, понятие о классах сложности P и NP ;

уметь:

- переводить высказывания с естественного языка на формальный язык логики высказываний;
- упрощать логические выражения и выполнять операции над множествами;
- решать базовые комбинаторные задачи;
- строить реализации булевых функций в заданном базисе, исследовать на полноту системы булевых функций;
- оценивать количественные характеристики графов, исследовать простейшие графы на изоморфизм, связность, двудольность и планарность;
- анализировать и строить простейшие грамматики.

владеть:

- основными методами решения задач математической логики;
- методами решения задач комбинаторного анализа и задач на графах.

В соответствии с ОСВО 1-31 03 07-2013 перечень формируемых компетенций студента должен включать компетенции с кодами АК-1–6, ПК-7–11, 21, 23.

Требования к академическим компетенциям специалиста

Специалист должен:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками.
- АК-4. Уметь работать самостоятельно.
- АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).
- АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

Требования к профессиональным компетенциям специалиста

Специалист должен:

- ПК-7. Применять профессиональные знания и навыки для проведения научных исследований в области прикладной информатики.

- ПК-8. Разрабатывать и совершенствовать методы исследований в области информационных и телекоммуникационных систем.
- ПК-9. Работать с научно-технической информацией с использованием современных информационных технологий.
- ПК-10. Формулировать выводы и рекомендации по применению результатов научно-исследовательской работы.
- ПК-11. Пользоваться глобальными информационными ресурсами.
- ПК-21. Анализировать результаты работы установленного программного обеспечения и вырабатывать предложения по улучшению качества его работы.
- ПК-23. Проводить обучение специалистов, занимающихся эксплуатацией программного обеспечения.

В соответствии с типовым учебным планом и образовательным стандартом для направления специальности: 1-31 03 07-01 «Прикладная информатика» (программное обеспечение компьютерных систем) учебная программа предусматривает для изучения дисциплины 224 часа, из них аудиторных – 102 часа. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекций – 68 часов, лабораторных занятий – 34 часа.

Примерный тематический план

для направления специальности: 1-31 03 07-01 «Прикладная информатика»
(программное обеспечение компьютерных систем)

№	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		
		Всего	В том числе	
			Лекции	Лабораторные занятия
Раздел I. Логика высказываний		12	8	6
1.	Введение.	4	2	2
2.	Формулы, логическое следствие и эквивалентность.	4	2	2
3.	Предикаты.	6	4	2
Раздел II. Множества		14	8	6
4.	Основные понятия и определения	4	2	2
5.	Отношения.	6	4	2

6.	Мощность множества.	4	2	2
Раздел III. Комбинаторный анализ		18	14	4
7.	Размещения, перестановки и сочетания.	10	8	2
8.	Производящие функции.	8	6	2
Раздел IV. Графы		21	14	7
9.	Основные определения.	3	2	1
10.	Связность.	4	2	2
11.	Планарность и раскраска.	6	4	2
12.	Другие классы графов.	8	6	2
Раздел V. Булевы функции		14	8	6
13.	Элементарные булевы функции.	3	2	1
14.	СДНФ и полные системы булевых функций.	4	2	2
15.	Полнота и замкнутость.	3	2	1
16.	Минимизация ДНФ.	4	2	2
Раздел VI. Формальные грамматики		6	4	2
17.	Основные определения.	3	2	1
18.	Конечные автоматы.	3	2	1
Раздел VII. Алгоритмические модели		17	12	5
19.	Машина Тьюринга.	6	4	2
20.	Сложность алгоритмов и вычислений.	6	4	2
21.	$\mathcal{NP}$ -полные проблемы.	5	4	1
Всего часов		102	68	34

В соответствии с типовым учебным планом и образовательным стандартом для направления специальности: 1-31 03 07-02 «Прикладная информатика» (информационные технологии телекоммуникационных систем) учебная программа предусматривает для изучения дисциплины 140 часов, из

них аудиторных – 64 часа. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекций – 32 часов, лабораторных занятий – 32 часа.

Примерный тематический план

для направления специальности: 1-31 03 07-02 «Прикладная информатика»
(информационные технологии телекоммуникационных систем)

№	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		
		Всего	В том числе	
			Лекции	Лабораторные занятия
Раздел I. Логика высказываний		10	4	6
1.	Введение.	3	1	2
2.	Формулы, логическое следствие и эквивалентность.	3	1	2
3.	Предикаты.	4	2	2
Раздел II. Множества		10	4	6
4.	Основные понятия и определения	4	2	2
5.	Отношения.	3	1	2
6.	Мощность множества.	3	1	2
Раздел III. Комбинаторный анализ		10	6	4
7.	Размещения, перестановки и сочетания.	6	4	2
8.	Производящие функции.	4	2	2
Раздел IV. Графы		14	7	7
9.	Основные определения.	2	1	1
10.	Связность.	3	1	2
11.	Планарность и раскраска.	4	2	2
12.	Другие классы графов.	5	3	2
Раздел V. Булевы функции		11	5	6
13.	Элементарные булевы функции.	2	1	1

14.	СДНФ и полные системы булевых функций.	3	1	2
15.	Полнота и замкнутость.	2	1	1
16.	Минимизация ДНФ.	4	2	2
Раздел VI. Формальные грамматики		4	2	2
17.	Основные определения.	2	1	1
18.	Конечные автоматы.	2	1	1
Раздел VII. Алгоритмические модели		9	6	3
19.	Машина Тьюринга.	3	2	1
20.	Сложность алгоритмов и вычислений.	3	2	1
21.	$\mathcal{NP}$ -полные проблемы.	3	2	1
Всего часов		64	32	32

Содержание учебного материала

Раздел I. Логика высказываний

1. Введение

Высказывания, операции над высказываниями и их основные союзы.

2. Формулы, логическое следствие и эквивалентность

Формулы, интерпретации и тавтологии. Логическое следствие и эквивалентность. Основная теорема логического вывода.

3. Предикаты

Понятие предиката. Основные формулы логики предикатов. Принцип математической индукции.

Раздел II. Множества

4. Основные понятия и определения

Понятие множества, задание множеств. Подмножества и их свойства. Операции над множествами. Покрытия и разбиения множеств.

5. Отношения

Декартово произведение множеств. Бинарные отношения и их свойства. Отношения эквивалентности и частичного порядка. Типы функциональных отношений.

6. Мощность множества

Мощность бесконечных множеств. Счетные и несчетные множества, примеры.

Раздел III. Комбинаторный анализ

7. Размещения, перестановки и сочетания

Основной принцип комбинаторики. Размещения с повторениями и без повторений, перестановки. Сочетания с повторениями и без повторений. Числовые размещения и разбиения. Подстановки.

8. Производящие функции

Биномиальные коэффициенты и бином Ньютона. Рекуррентные соотношения. Производящие функции и комбинаторные подсчеты.

Раздел IV. Графы

9. Основные определения

Типы графов, способы задания графов. Операции над графами. Оценка числа графов.

10. Связность

Связность, компоненты связности, теорема Менгера. Деревья и циклы.

11. Планарность и раскраска

Изоморфизм и гомеоморфизм графов. Плоские и планарные графы, критерий планарности. Раскраска графов.

12. Другие классы графов

Эйлеровы и гамильтоновы графы. Двудольные графы. Орграфы.

Раздел V. Булевы функции

13. Элементарные булевы функции

Элементарные булевы функции. Формулы, основные равносильности. Принцип двойственности.

14. Совершенная дизъюнктивная нормальная форма и полные системы булевых функций

Совершенная дизъюнктивная нормальная форма (СДНФ) и совершенная конъюнктивная нормальная форма (СКНФ). Полные системы булевых функций. Полином Жегалкина.

15. Полнота и замкнутость

Замкнутые классы булевых функций. Критерий функциональной полноты, теорема Поста.

16. Минимизация булевых функций

Методы минимизации дизъюнктивных нормальных форм (ДНФ). Геометрическая интерпретация проблемы минимизации ДНФ.

Раздел VI. Формальные грамматики

17. Основные определения

Типы грамматик и их свойства. Иерархия грамматик и языков.

18. Конечные автоматы

A-грамматики и конечные автоматы. Грамматический разбор.

Раздел VII. Алгоритмические модели

19. Машина Тьюринга

Интуитивное понятие алгоритма и необходимость его уточнения. Машины Тьюринга (одноленточные детерминированные), функции ими вычисляемые. Тезис Тьюринга. Алгоритмическая неразрешимость, проблема самоприменимости.

20. Сложность алгоритмов и вычислений

Понятие сложности алгоритма. Классы P и NP .

21. NP -полные проблемы

Полиномиальная сводимость. NP -полные проблемы, примеры.

Информационно-методическая часть

Литература

Основная

1. *Гаврилов, Г. П.* Задачи и упражнения по дискретной математике / Г. П. Гаврилов, А. А. Сапоженко – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 416 с.
2. *Мощенский, А. В.* Курс математической логики / А. В. Мощенский, В. А. Мощенский – Мн.: БГУ, 1999. – 129 с.
3. *Новиков Ф.А.* Дискретная математика для программистов. – Изд-во Питер, 2000. – 304 с.
4. *Андерсон Дж. А.* Дискретная математика и комбинаторика. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 960 с.
5. *Емеличев, В. А.* Лекции по теории графов / В. А. Емеличев, О. И. Мельников, В. И. Сарванов, Р. И. Тышкевич – М.: Наука, 1990. – 384 с.

Дополнительная

6. *Журавлев, Ю. И.* Сборник задач по дискретному анализу. Комбинаторика. Элементы алгебры логики. Теория графов / Ю. И. Журавлев, Ю. А. Флеров, О. С. Федько, Т. М. Дадашев – М.: МФТИ, 2004. – 100 с.
7. *Марченков С. С.* Булевы функции. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 72 с.
8. *Харари Ф.* Теория графов. – М.: Мир, 1973. – 300 с.
9. *Холл М.* Комбинаторика. – М.: Мир, 1970. – 424 с.
10. *Хопкрофт, Дж.* Введение в теорию автоматов, языков и вычислений / Дж. Хопкрофт, Р. Мотвани, Дж. Ульман – М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. – 528 с.
11. *Яблонский С. В.* Введение в дискретную математику. – М.: Наука, 1979. – 272 с.
12. *Стенли Р.* Перечислительная комбинаторика. М.: Мир, 1990. – 440 с.
13. *Гладкий А. В.* Формальные грамматики и языки. М.: Наука, 1973. – 368 с.
14. *Колмогоров, А. Н.* Введение в математическую логику / А. Н. Колмогоров, А. Г. Драгагин. – Изд-во «Столичный университет», – 1982. – 120 с.
15. *Карпов Ю.Г.* Теория автоматов / Ю.Г. Карпов. – СПб.: Питер, – 2002. – 224 с.

Перечень рекомендуемых средств диагностики

Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным или конечным требованиям образовательной программы создаются фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты. Оценочными средствами должна предусматриваться оценка способности обучающихся к творческой деятельности, их готовность вести поиск решения новых задач, связанных с недостаточностью конкретных специальных знаний и отсутствием общепринятых алгоритмов.

Текущий контроль усвоения знаний по учебной дисциплине «Дискретная математика и математическая логика» рекомендуется осуществлять в виде проведения коллоквиумов и письменных контрольных работ. Для закрепления и проверки знаний и умений студентов рекомендуется решение задач по каждому разделу учебной дисциплины с объяснением новых вводимых понятий, а также устного опроса студентов и регулярного проведения самостоятельных работ.

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы

Условия для самостоятельной работы студентов, в частности, для развития навыков самоконтроля, способствующих интенсификации учебного процесса, обеспечиваются наличием и полной доступностью электронных (и бумажных) вариантов лекций, учебно-методических пособий и сборников задач по основным разделам учебной дисциплины.

На лекционных занятиях по учебной дисциплине «Дискретная математика и математическая логика» рекомендуется особое внимание обратить на разнообразие новых обозначений и терминов, не используемых в рамках школьной программы. В силу отсутствия у студентов 1-го курса необходимых навыков обучения интенсивность подачи материала следует ограничивать в начале семестра и постепенно наращивать к концу семестра.

В силу различного уровня готовности студентов к восприятию новых понятий на практических занятиях по дисциплине рекомендуется проводить регулярные самостоятельные работы и при необходимости проводить дополнительные консультации для объяснения и закрепления сложного материала.

Рекомендуемая форма текущей аттестации: для направления специальности: 1-31 03 07-02 «Прикладная информатика» (информационные технологии телекоммуникационных систем) – зачет, экзамен; для направления специальности: 1-31 03 07-02 «Прикладная информатика» (информационные технологии телекоммуникационных систем) – экзамен. При этом рекомендуется использовать оценивание успеваемости на основе модульно-рейтинговой системы.