МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное**

**образовательное учреждение высшего образования**

**«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»**

**Институт информационных технологий, математики и механики**

УТВЕРЖДАЮ

 Директор \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_В.П. Гергель

 "\_\_\_\_\_"\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_201 г.

Рабочая программа дисциплины

**Теория дискретных функций**

Уровень высшего образования

**Бакалавриат**

Направление подготовки

**01.03.01 Математика**

Профиль

**Математика (общий профиль)**

Квалификация (степень)

**бакалавр**

Форма обучения

**очная**

Нижний Новгород

2017

**1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП**

Курс «Теория дискретных функций» относится к базовой части ОПОП бакалавриата по направлению подготовки «Математика» (Б1.Б.12). Обязателен для освоения во 2 семестре первого года обучения.

Трудоемкость составляет 3 зачетных единицы, предусмотрено проведение лекционных занятий (32 ч.), практических занятий (32ч.).

**Целями освоения дисциплины являются**:

фундаментальная подготовка по ряду основных разделам теории дискретных функций: (функции алгебры логики, функции k-значной логики); овладение математическим аппаратом для дальнейшего использования при решении теоретических и прикладных задач.

**2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)**

|  |  |
| --- | --- |
| *Формируемые компетенции*(код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции) | *Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций* |
| ОПК-1Готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности.(начальный этап) | *З1 (ОПК-1)* **знать:** основные понятия и важнейшие факты из теории дискретных функций.*У1 (ОПК-1)* **уметь:** представлять булевы функции, функции k-значной логики в различных формах (ДНФ, КНФ, АНФ), переходить от одной формы представления к другой.*В1 (ОПК-1)* **владеть:** основными методами эквивалентных преобразований формул булевых функций, функций k-значной логики. |
| ПК-2Способность математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики.(начальный этап) | *З1 (ПК-2)* **знать:** базовые типы булевых функций, функций k-значной логики, основные замкнутые классы булевых функций, функций k-значной логики, критерии полноты системы булевых функций и функций k-значной логики.*У1 (ПК-2)* **уметь:** устанавливать полноту системы булевых функций, функций k-значной логики. |

**3. Структура и содержание дисциплины «Теория дискретных функций»**

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, всего 108 ч., из которых 64 ч. составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 ч. занятий лекционного типа, 32 ч. занятий семинарского типа), 44 ч. составляет самостоятельная работа обучающегося.

**Содержание дисциплины**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *№**п/п* | *Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),**форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)* | *Часов* |
| *Всего* | *В том числе* |
| *Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы**из них* | *Самостоятельная работа обучающегося* |
| *Занятия лекционного типа* | *Занятия семинарского типа* | *Занятия лабораторного типа* |  | *Всего* |  |
| 1. | Функции алгебры логики. Задание функций таблицами. Существенные и фиктивные переменные. Элементарные функции. Формулы. Представление функций формулами. Тождества. | 14 | 4 | 4 |  |  | 8 | 6 |
| 2. | Теорема о разложении функции по переменным. Нормальные формы. Полиномы Жегалкина. Представление булевых функций полиномами.  | 14 | 4 | 4 |  |  | 8 | 6 |
| 3. | Операция суперпозиции. Замыкание множества функций. Замкнутые классы.Полные системы функций. Достаточное условие полноты. Примеры полных систем. |  8 | 2 | 2 |  |  | 4 | 4 |
| 4. | Линейные функции. Лемма о нелинейной функции. Функции, сохраняющие константы.Самодвойственные функции и их свойства. Принцип двойственности. Лемма о несамодвойственной функции. Монотонные функции и их свойства. Лемма о немонотонной функции.Теорема о функциональной полноте . | 12 | 4 | 4 |  |  | 8 | 4 |
| 5. | Предполные классы и базисы в *P*2. Формулировки теорем Поста о конечной порожденности замкнутых классов булевых функций и мощности семейства замкнутых классов булевых функций. | 8 | 2 | 2 |  |  | 4 | 4 |
| 6. | Функции *k*-значной логики. Формулы и реализация функций формулами. Элементарные функции. Полные системы. Примеры полных систем. | 12 | 4 | 4 |  |  | 8 | 4 |
| 7. | Замкнутые классы*.* Предполные классы.Классы сохранения множеств функций в *Pk* . Алгоритм распознавания полноты конечных систем функций в *Pk .*Теорема о полноте. | 12 | 4 | 4 |  |  | 8 | 4 |
| 8. | Существенные функции. Лемма о трех наборах. Лемма о существенной функции.Теорема Яблонского. Теорема Слупецкого. | 8 | 2 | 2 |  |  | 4 | 4 |
| 9. | Функции Шеффера. Критерий шефферовости функций. Особенности множества функций *k*-значной логики, *k* ≥ 3.. Представление функций из *Pk* полиномами; единственность представления для случая простых *k*. Пример замкнутого класса в *P3*, не имеющего базиса. Пример замкнутого класса в *P3*, имеющего счетный базис. | 12 | 4 | 4 |  |  | 8 | 4 |
| 10. | Мощность семейства замкнутых классов в *Pk* Классы сохранения множеств функций. Теорема Кузнецова о функциональной полноте. | 8 | 2 | 2 |  |  | 4 | 4 |
|  | В т.ч. текущий контроль | 2 |  | 2 |  |  |  |  |
|  | **Промежуточная аттестация: зачет** |

**4. Образовательные технологии.**

Используются образовательные технологии в форме лекций и практических занятий.

Лекционные занятия в основном проводятся в форме лекции-информации. Ориентирована на изложение и объяснение студентам научной информации, подлежащей осмыслению (на самой лекции, на практических занятиях и в ходе самостоятельной работы) и запоминанию.

Практические занятия предполагают разбор решений задач и самостоятельном решении задач, предлагаемых преподавателем, под контролем преподавателя, а также проверке знания теоретического материала, полученного на лекциях.

**5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

**5.1. Виды самостоятельной работы студентов:**

* изучение литературы и проработка теоретического материала;
* подготовка домашних заданий к практическим занятиям;
* выполнение контрольных работ:
* подготовка к зачету.

**5.2. Образовательные материалы для самостоятельной работы студентов**

Для самостоятельной работы можно использовать материалы, представленные в разделе 7.

**6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине**

**6.1.** Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Критерии оценивания компетенций ОПК-1, ПК-2

|  |  |
| --- | --- |
| Индикаторыкомпетенции | Критерии оценивания (дескрипторы) |
| «пло­хо» | «неудовлетворительно» | «удовлетворительно» | «хорошо» | «очень хорошо» | «отлично» | «превосходно» |
| Знания | отсутствие знаний материала | наличие грубых ошибок в основном материале  | знание основного материала с рядом негрубых ошибок | знание основного материалом с рядом заметных погрешностей | знание основного материала с незначительными погрешностями | знание основного материала без ошибок и погрешностей | знание основного и дополнительным материала без ошибок и погрешностей |
| Умения | отсутствие умений | практическое отсутствие умений | большие пробелы в умениях | умения с отдельными ошибками | умения с незначительными ошибками | умения без существенных ошибок | умения с полным отсутствием ошибок |
| Навыки | полное отсутствие навыков  | отсутствие навыков обоснования решения большинства типов задач | наличие навыков обоснования решения только части задач с негрубыми ошибками | наличие навыков обоснованиярешения большинства задач с существенными погрешностями | наличие навыков обоснования решения большинства задач с несущественными погрешностями  | владение навыками обоснования решения всех теоретических задач с несущественными погрешностями  | владение навыками обоснования решения всех теоретических задач без погрешностей  |
| Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий | 0–10% | 11–30% | 31–50% | 51–70% | 71–85% | 86–99% | 100% |

**6.2. Описание шкал оценивания**

|  |  |
| --- | --- |
| Зачтено | достаточное владение основным материалом, умение воспроизводить доказательства и решать стандартные задачи, знание важнейших определений и формулировок |
| Не зачтено | владение материалом недостаточно, необходима дополнительная подготовка, а также отсутствие владения материалом |

**6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используется собеседование.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются контрольные работы.

**6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.**

Типовые примеры заданий для контрольных работ

1. Докажите тождество $x\_{1}∨\left(x\_{2}\leftrightarrow x\_{3}\right)=\left(x\_{1}∨x\_{2}\right)\leftrightarrow \left(x\_{1}∨x\_{3}\right)$.

2. Найдите и удалите фиктивные переменные у функции, заданной вектором значений $~=1110011011100110$. Для функции, полученной после удаления фиктивных переменных, постройте СДНФ, СКНФ, полином Жегалкина.

3. Выясните, полна ли система функций .
4. Сколько функций от переменных $x\_{1},x\_{2},…,x\_{n}$ содержит множество $L∪\left(S∩T\_{0}\right)$?

5. Представить функцию $x^{2}∸x$ из $P\_{5}$ полиномом по модулю 5

Вопросы к зачету

1. Функции алгебры логики. Задание функций таблицами. Элементарные функции и их свойства. Существенные и несущественные переменные. Операции введения и удаления несущественных переменных. Равенство функций.
2. Операция суперпозиции. Формулы. Представление функций формулами.
3. Замыкание множества функций. Замкнутые классы.
4. Эквивалентность формул. Примеры эквивалентных формул.
5. Совершенная дизъюнктивная нормальная форма. Совершенная конъюнктивная нормальная форма.
6. Полные системы функций. Достаточное условие полноты. Примеры полных систем.
7. Полиномы Жегалкина. Представление булевых функций полиномами. Линейные функции и их свойства. Лемма о нелинейной функции.
8. Самодвойственные функции и их свойства. Принцип двойственности. Лемма о несамодвойственной функции...
9. Монотонные функции и их свойства. Лемма о немонотонной функции.
10. Достаточное условие функциональной полноты системы булевых функций в *P2*.
11. Предполные классы. Свойства предполных классов в *P2*. Критерий полноты системы булевых функций в *P2*. Формулировки теорем Поста о конечной порожденности замкнутых классов булевых функций и мощности семейства замкнутых классов булевых функций.
12. Функции *k*-значной логики. Формулы и реализация функций формулами. Элементарные функции и их свойства.
13. Полные системы. Примеры полных систем.
14. Замкнутые классы*.* Предполные классы.Классы сохранения множеств функций в *Pk* и их свойства. Алгоритм распознавания полноты конечных систем функций в *Pk .*.
15. Критерий полноты системы функций *k*-значной логики.
16. Существенные функции. Лемма о трех наборах.
17. Лемма о существенной функции.
18. Теорема Яблонского. Теорема Слупецкого.
19. Функции Шеффера. Критерий шефферовости функций. Пример замкнутого класса в *P3*, не имеющего базиса.
20. Особенности множества функций *k*-значной логики, *k* ≥ 3. Пример замкнутого класса в *P3*, не имеющего базиса. Пример замкнутого класса в *P3*, имеющего счетный базис
21. Представление функций из *Pk* полиномами; единственность представления для случая простых *k*.
22. Мощность семейства замкнутых классов в *Pk..* Теорема Кузнецова о функциональной полноте.

**6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.**

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ от 13.02.2014.

<http://www.unn.ru/pages/general/norm-acts/attest_stud%202014.pdf>

Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) Основная литература

1. Яблонский С.В. Введение в дискретную математику. — М.: Высшая школа, 2002. — 384 с. (42 экз.)

2. Алексеев В.Е., Киселева Л.Г., Смирнова Т.Г. Сборник задач по дискретной математике. — Н. Новгород: ННГУ, 2012. Рег. № 487.12.08.

<http://www.unn.ru/books/met_files/alekseev.pdf>

3. Киселева Л.Г., Смирнова Т.Г. Функции алгебры логики в примерах и задачах. — Н. Новгород: ННГУ, 2017. Рег. № 1434.17.14.

<http://www.unn.ru/books/met_files/Alg_log.pdf>

б) Дополнительная литература

1. Гаврилов Г.П., Сапоженко А.А. Сборник задач по дискретной математике. — М.: Наука, 1977. — 368 с. (150 экз.)

2. Кузнецов О.П. Дискретная математика для инженера. — СПб. ; М. ; Краснодар: Лань, 2009. — 400 с. (11 экз.)

3. Гашков С.Б., Фролов А.Б. Дискретная математика: учебник и практикум для академического бакалавриата. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Юрайт, 2017. — 448 с.

https://biblio-online.ru/book/D7F91C17-137D-4B22-8B74-EA7E8114E31E

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Имеются в наличии учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет».

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по направлению (профилю), специальности (специализации) 01.03.01 Математика.

Автор к.ф.-м.н., доц. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Шевченко В.И.

Рецензент (ы) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Зав кафедрой, д.ф.м.н., проф. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Кузнецов М.И.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института Информационных технологий, математики и механики ННГУ им. Н.И. Лобачевского от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_\_\_\_.