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

"\_\_\_\_\_"\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2018 г.

Рабочая программа дисциплины

**Теория дискретных функций**

Уровень высшего образования

**Бакалавриат**

Направление подготовки

**020301 Математика и компьютерные науки**

Квалификация (степень)

**бакалавр**

Форма обучения

**очная**

Нижний Новгород

2018

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

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

**Целями освоения дисциплины являются**:

фундаментальная подготовка по ряду основных разделам теории дискретных функций: функции алгебры логики, функции k-значной логики, ограниченно-детерминированные функции, вычислимые функции, алфавитное кодирование; 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* |
| ОК-7  Способность к самоорганизации и к самообразованию.  Начальный этап. | *В1(ОК-7)* владеть: навыками самоорганизации и самообразования. |
| ОПК-3  Способность к самостоятельной научно-исследовательской работе.  Начальный этап. | *З1 (ОПК-3)* знать: основные понятия и важнейшие  факты из теории дискретных функций.  *У1 (ОПК-3)* уметь: представлять дискретные функции в различных формах, исследовать полноту систем функций.  *В1 (ОПК-3)* владеть: основными методами эквивалентных преобразований дискретных функций. |
| ПК-3  Способность строго доказывать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата.  Начальный этап. | *З1 (ПК-3)* знать: доказательства важнейших теорем из теории дискретных функций |
| ПК-4  Способность публично представлять собственные и известные научные результаты.  Начальный этап. | *В1(ПК-4)* владеть: навыками публичного представления научных результатов. |

**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* | *Консультации* | *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 |
|  | **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 самостоятельное решение 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**

* 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 (согласно Карте компетенций по направлению 020301 Математика и компьютерные науки)

*ОК-7:* **Способность к самоорганизации и самообразованию**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Индикаторы  компетенции | Критерии оценивания (дескрипторы) | | | | | | |
| «плохо» | «неудовлетворительно» | «удовлетворительно» | «хорошо» | «очень хорошо» | «отлично» | «превосходно» |
| Знания  Знание методов самоорганизации и самообразования | 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  Умение использовать методы самообразования и обладание навыками самоорганизации | Полное отсутствие умения | Отсутствие умения | Умение использовать отдельные приемы при наличии существенных ошибок | Умение использовать отдельные приемы при наличии незначительных ошибок | Умение использовать отдельные приемы | Умение использовать приемы | Умение использовать приемы и способность принимать решение на этой основе |
| Навыки  *Владеть* опытом самоорганизации и самообразования | Полное отсутствие навыков | Отсутствие опыта | Наличие минимальных навыков | Посредственное  владение навыками | Достаточное владение навыками | Хорошее владение навыками | Всестороннее владение навыками |
| Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий | 0 – 20 % | 20 – 50 % | 50 – 70 % | 70-80 % | 80 – 90 % | 90 – 99 % | 100% |

*ОПК-3:* **Способность к самостоятельной научно-исследовательской работе**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Индикаторы  компетенции | Критерии оценивания (дескрипторы) | | | | | | |
| «плохо» | «неудовлетворительно» | «удовлетворительно» | «хорошо» | «очень хорошо» | «отлично» | «превосходно» |
| Знания  *Знать*методы и принципы самостоятельной научно-исследовательской работы | 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  *Уметь* применять методы и принципы самостоятельной научно-исследовательской работы | Полное отсутствие указанного умения | Отсутствие указанного умения | Умение применять методы и принципы самостоятельной научно-исследовательской работы  при наличии существенных ошибок | Умение применять методы и принципы самостоятельной научно-исследовательской работы при наличии незначительных ошибок | Умение применять отдельные методы и принципы самостоятельной научно-исследовательской работы | Умение применять методы и принципы самостоятельной научно-исследовательской работы | Умение применять методы и принципы самостоятельной научно-исследовательской работы  и способность принимать решение на этой основе |
| Навыки  *Владеть* опытом применения методов и принципов самостоятельной научно-исследовательской работы | Полное отсутствие навыков владения указанным опытом | Отсутствие навыков владения указанным опытом | Наличие минимальных навыков владения указанным опытом | Посредственное  владение указанными навыками | Достаточное владение указанными навыками | Хорошее владение указанными навыками | Всестороннее владение указанными навыками |
| Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий | 0 – 20 % | 20 – 50 % | 50 – 70 % | 70-80 % | 80 – 90 % | 90 – 99 % | 100% |

*ПК-3:* **Способность строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Индикаторы  компетенции | Критерии оценивания (дескрипторы) | | | | | | |
| «плохо» | «неудовлетворительно» | «удовлетворительно» | «хорошо» | «очень хорошо» | «отлично» | «превосходно» |
| Знания  Знание основ строгого доказательства утверждений, формулировки результатов, вывода следствий из полученного результата | 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  Умение строго доказывать утверждения, формулировать результаты, выводить следствия из полученного результата | Полное отсутствие умения | Отсутствие умения | Умение использовать отдельные приемы при наличии серьезных ошибок | Умение использовать отдельные приемы  при наличии незначительных ошибок | Умение использовать отдельные приемы | Умение использовать все основные приемы | Умение использовать приемы  и способность принимать решение на этой основе |
| Навыки  Опыт строгого доказательства утверждений, формулировки результатов, вывода следствий из полученного результата | Полное отсутствие навыков  владения  опытом | Отсутствие навыков владения  опытом | Наличие минималь-  ных  навыков | Посредственное  владение  опытом | Достаточное владение  опытом | Хорошее владение вла опытом | Всестороннее владение навыками |
| Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий | 0 – 20 % | 20 – 50 % | 50 – 70 % | 70-80 % | 80 – 90 % | 90 – 99 % | 100% |

*ПК-4:* **Способность публично представлять собственные и известные научные результаты**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Индикаторы  компетенции | Критерии оценивания (дескрипторы) | | | | | | |
| «плохо» | «неудовлетворительно» | «удовлетворительно» | «хорошо» | «очень хорошо» | «отлично» | «превосходно» |
| Знания  *Знать*методы публичного представления собственных и известных научных результатов | 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  *Уметь* публично представлять собственные и известные научные результаты | Полное отсутствие указанного умения | Отсутствие указанного умения | Умение публично представлять собственные и известные научные результаты  при наличии существенных ошибок | Умение публично представлять собственные и известные научные результаты  при наличии незначительных ошибок | Отдельные умения публично представлять собственные и известные научные результаты | Умение публично представлять собственные и известные научные результаты | Умение публично представлять собственные и известные научные результаты  и способность принимать решение на этой основе |
| Навыки  *Владеть*опытом публичного представления собственных и известных научных результатов | Полное отсутствие навыков владения указанным опытом | Отсутствие навыков владения указанным опытом | Наличие минимальных навыков владения указанным опытом | Посредственное  владение указанным опытом | Достаточное владение указанным опытом | Хорошее владение указанным опытом | Всестороннее владение указанным опытом |
| Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий | 0 – 20 % | 20 – 50 % | 50 – 70 % | 70-80 % | 80 – 90 % | 90 – 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 |

* 1. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих сформированность компетенций

**Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:**

- контрольные работы,

- зачет.

**Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:**

- проверка домашних заданий.

**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 .

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



3. Выясните, полна ли система функций .



4. Сколько функций от переменных содержит множество ?



5. Представить функцию из полиномом по модулю 5



Вопросы к зачету

1. Дать определение функции алгебры логики. Дать определения понятий существенная и несущественная переменные булевой функции, а также равенства булевых функций.

2. Дать определение понятий формулы над системой булевых функций, эквивалентности формул

3. Дать определения элементарных функций алгебры логики

4. Дать определения понятий замыкания системы булевых функций, замкнутого класса

5. Дать определения СДНФ и СКНФ.

6. Дать определение понятия функциональной полноты системы булевых функций. Сформулировать и доказать достаточное условие полноты заданной системы булевых функций.

7. Дать определение полинома Жегалкина

8. Дать определение линейной булевой функции. Сформулировать и доказать лемму о нелинейной функции

9. Дать определение булевой функции, двойственной заданной. Сформулировать и доказать принцип двойственности

10. Дать определение самодвойственной булевой функции. Сформулировать и доказать лемму о несамодвойственной функции

11. Дать определение монотонной булевой функции. Сформулировать и доказать лемму о немонотонной функции

12. Дать определение понятия предполного класса булевых функций. Перечислить все предполные классы булевых функций

13. Сформулировать и доказать необходимые и достаточные условия полноты заданной системы булевых функций

14. Дать определение функции k-значной логики. Дать определения понятий существенная и несущественная переменные, а также равенства функций k-значной логики

15. Дать определение понятий формулы над системой функций k-значной логики, эквивалентности формул

16. Дать определения элементарных функций k-значной логики

17. Дать определения понятий замыкания системы функций k-значной логики, замкнутого класса

18. Дать определение функциональной полноты системы функций k-значной логики

19. Привести примеры функционально полных систем функций k-значной логики

20. Дать определение семейства функций k-значной логики, сохраняющих множество. Доказать, что это семейство функций является замкнутым классом

21. Сформулировать и доказать достаточное условие полноты заданной системы функций k-значной логики

22. Доказать, что система функций

является полной

23. Сформулировать и доказать лемму о трех наборах

24. Сформулировать и доказать критерий полноты системы функций k-значной логики (критерий С.В. Яблонского)

25. Доказать, что система функций, содержащая функцию Вебба, является полной

26. Привести пример замкнутого класса в P3, не имеющего базиса

27. Привести пример замкнутого класса в P3, имеющий счетный базис

28. Доказать, что любая функция из Pk представима полиномом тогда

и только тогда, когда k-простое число.

**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, 2003,2006, 2008. – 384 с. (69 экз.)

2. Алексеев В.Е., Киселева Л.Г., Смирнова Т.Г. Сборник задач по дискретной математике. – Н.Новгород: ННГУ, 2012. (50 экз)

<http://www.unn.ru/books/resources.html> рег. № 487.12.08.

б) Дополнительная литература

1. Гаврилов Г.П. , Сапоженко А.А. Задачи и упражнения по дискретной математике.– М.: Физматлит, 2009. – 416 с. (10 экз.)

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922104777.html>

2. Марченков С.С. Основы теории булевых функций. М.: Физматлит, 2014.– 136 с.

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922115629.html>

3. Редькин Н.П. Дискретная математика.– М.: Физматлит, 2009.– 264 с. (10 экз.)

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922110938.html>

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

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

Имеются в наличии учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет». Наличие рекомендованной литературы.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВОс учетом рекомендаций ОПОП ВО по направлению 02.03.01«Математика и компьютерные науки».

Автор д.ф.-м.н. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Алексеев В.Е.

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

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

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