

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

  
Проректор по УР  
Бурмистров А.В.  
« 11. » 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ОД.10 «Математическая логика»  
Направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»  
(шифр) (наименование)  
Профили подготовки Прикладная математика и информатика  
Квалификация (степень) выпускника БАКАЛАВР  
Форма обучения ОЧНАЯ  
Институт, факультет ИНХН, ФНН,  
Кафедра-разработчик рабочей программы высшей математики  
Курс, семестр 2 курс, 4 семестр

|                        | Часы           | Зачетные единицы |
|------------------------|----------------|------------------|
| Лекции                 | 18             | 0,5              |
| Практические занятия   | 36             | 1,0              |
| Семинарские занятия    |                |                  |
| Лабораторные занятия   |                |                  |
| Самостоятельная работа | 54             | 1,5              |
| Форма аттестации       | Зачет<br>4сем. |                  |
| Всего                  | 108            | 3                |

Казань, 2017 г.



### **Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Математическая логика» являются

а) овладение системой математических знаний, приобретение запаса конкретных сведений и овладение определенными умениями и навыками,

б) усвоение понятий, необходимых для взаимосвязи с понятиями других наук, формирование определенных систем взглядов на окружающий мир, умение решать задачи с прикладной направленностью,

в) развитие таких важных качеств личности как аккуратность, потребность к дальнейшему самообразованию, к творческому поиску,

г) развитие способностей, необходимых для использования метода математического моделирования.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП ВО**

Дисциплина «Математическая логика» относится к базовой части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» набор специальных знаний и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Математическая логика» бакалавр по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

а) Предмет «Математика» в школе.

Дисциплина «Математическая логика» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

а) «Методы вычислений»;

Знания, полученные при изучении дисциплины «Математическая логика» могут быть использованы при прохождении практик (учебной, производственной, преддипломной) и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика».

### **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

- способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат (ПК-2)

- способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности (ПК-3)

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

1) Знать:

а) основные понятия и методы математической логики, алгебры высказываний, теории булевых функций, исчисления высказываний, теории предикатов, теории  $\kappa$ -значных логик;

б) методы математической логики для решения профессиональных задач.

2) Уметь:

а) формулировать задачи на языке математической логики;

б) выполнять операции над высказываниями; проверять правильность рассуждений; выражать одни логические операции через другие; задавать переключательные функции; определять существенные и несущественные переменные булевой функции; получать

разложения Шеннона; находить ДНФ, КНФ, СДНФ, СКНФ; получать полиномы Жегалкина; определять принадлежность функций классам Поста;

в) использовать аксиомы и правила вывода при доказательствах формул исчисления высказываний, применять к предикатам кванторные операции; определять связанные и несвязанные переменные в предикатах; выполнять операции  $k$ -значной логики.

г) применять методы математической логики при решении типовых профессиональных задач.

3) Владеть:

а) методами математической логики для решения типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов.

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Математическая логика».

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

| № п/п | Раздел дисциплины                                            | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) |         |                     |     | Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам |
|-------|--------------------------------------------------------------|---------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------------|-----|------------------------------------------------------------------------|
|       |                                                              |         |                 | Лекция                                                                                 | Семинар | Лабораторные работы | СРС |                                                                        |
| 1     | Алгебра высказываний                                         | 4       | 1-2             | 2                                                                                      | 4       |                     | 6   | Контрольная работа, расчетная работа.                                  |
| 2     | Булевы функции. .<br>Нормальные формы и многочлены Жегалкина |         | 5-8             | 6                                                                                      | 12      |                     | 18  | Контрольная работа, расчетная работа.                                  |
| 3     | Классы Поста.<br>Минимизация булевых функций                 |         | 9-12            | 4                                                                                      | 8       |                     | 12  | Контрольная работа                                                     |
| 4     | Исчисление высказываний.<br>Предикаты. $k$ -значная логика   |         | 13-18           | 6                                                                                      | 12      |                     | 18  | Контрольная работа                                                     |
|       | Итого                                                        |         |                 | 18                                                                                     | 36      |                     | 54  | Зачет                                                                  |

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием используемых инновационных образовательных технологий.

#### Раздел 1. Алгебра высказываний

(2 часа, приобретаемые компетенции – ПК-2, ПК-3)

##### 1. Основные понятия и операции алгебры высказываний

1.1. Элементарные и составные высказывания. Логические операции. Таблицы истинности. Дополнительные операции алгебры высказываний.

1.2. Формулы алгебры высказываний. Порядок выполнения операций. Законы булевой алгебры.

1.3. Варианты импликации. Необходимые и достаточные условия и импликации.

1.4. Логические отношения следствия. Логические отношения эквивалентности. Несовместимость.

1.5. Проверка правильности рассуждений на основе составления таблиц истинности и от противного.

#### Раздел II. Булевы функции. Нормальные формы и многочлены Жегалкина.

(6 часов, приобретаемые компетенции – ПК-2, ПК-3)

##### 2. Основные определения теории логических функций

- 2.1. Понятие булевой функции. Равенство булевых функций. Суперпозиции булевых функций. Способы задания булевых функций. Лексикографический порядок.
- 2.2. Булевы функции одной переменной. Булевы функций двух переменных. Знак Лукашевича или стрелка Пирса. Штрих Шеффера. Разделительная дизъюнкция или сумма по модулю 2.
- 2.3. Полные системы связок.

### **3. Разложения Шеннона. ДНФ, СДНФ, КНФ, СКНФ**

- 3.1. Степень булевой переменной. Элементарное произведение. Элементарная сумма.
- 3.2. Первая теорема Шеннона. Вторая теорема Шеннона.
- 3.3. Понятие о ДНФ. Понятие о КНФ. Алгоритмы получения ДНФ и КНФ.
- 3.4. Понятие о СДНФ. Понятие о СКНФ. Алгоритмы получения СДНФ и СКНФ. Единственность СДНФ и СКНФ
- 3.5. Построение СДНФ и СКНФ для булевой функции.
- 3.6. Релейно-контактные схемы и ее элементы. Функция проводимости релейно-контактной схемы. Построение функции проводимости по заданной релейно-контактной схемы. Построение релейно-контактной схемы по заданной функции проводимости.

### **4. Многочлены Жегалкина**

- 4.1. Понятие о многочлене Жегалкина. Единственность многочлена Жегалкина.
- 4.2. Первый и второй алгоритмы построения многочлена Жегалкина.
- 4.3. Линейный и нелинейный многочлены Жегалкина. Понятие о линейной функции. Алгоритм определения линейности и нелинейности булевой функции.

## **Раздел III. Классы Поста. Минимизация булевых функций.**

**(4 часа, приобретаемые компетенции – ПК-2, ПК-3)**

### **5. Полные системы функций**

- 5.1. Класс функций, сохраняющих ноль. Класс функций, сохраняющих единицу. Класс линейных функций.
- 5.2. Понятие о двойственной функции. Класс самодвойственных функций.
- 5.3. Отношение порядка на наборах булевых переменных. Класс монотонных функций.
- 5.4. Замыкание множества булевых функций. Функционально замкнутые классы булевых функций. Функционально полные классы функций. Теорема Поста.

### **6. Минимизация булевых функций**

- 6.1. Понятие о импликанте. Понятие о простой импликанте. Определение сокращенной ДНФ и алгоритм ее получения.
- 6.2. Ядровая импликанта. Определение тупиковой ДНФ и алгоритм ее получения.
- 6.3. Определение минимальной ДНФ и алгоритм ее получения. Сложность ДНФ и КНФ
- 6.4. Метод Квайна получения минимальных ДНФ и КНФ.
- 6.5. Метод карт Карно получения минимальных ДНФ и КНФ.

## **Раздел IV. Исчисление высказываний. Предикаты. $k$ -значная логика.**

**(6 часов, приобретаемые компетенции – ПК-2, ПК-3)**

### **7. Исчисление высказываний**

- 7.1. Понятие об исчислении высказываний. Аксиомы исчисления высказываний. Правила вывода: Модус Поненс и Правило подстановки.
- 7.2. Доказательство выводимости формул исчисления высказываний. Теорема дедукции.
- 7.3. Проблемы непротиворечивости, полноты и независимости системы аксиом исчисления высказываний.

### **8. Предикаты**

- 8.1. Понятие  $n$ -местного предиката. Операции над предикатами.
- 8.2. Кванторы. Связанные и несвязанные переменные в предикатах. Кванторы как обобщение логических связок. Отрицание кванторных предикатов.
- 8.3. Приведенные и нормальные предикатные формулы.

### **9. $k$ -значная логика**

- 9.1. Операции  $k$ -значной логики. Основные законы  $k$ -значной логики.

9.2. Важнейшие классы к-значной логики.

9.3. Некоторые полные системы функций к-значной логики.

### **6. Содержание практических занятий**

**Цель проведения практических занятий** – освоение лекционного материала и выработка определенных умений, овладение компетенциями. Общая продолжительность практических занятий и их распределение по отдельным темам согласно тематике лекционного курса представлены в таблице

#### **4 семестр**

| <i>Раздел дисциплины</i>                                       | <i>Содержание занятий<br/>(решение задач по указанным темам модулей)</i> | <i>Объем<br/>в часах</i> | <i>Формируемые<br/>компетенции</i> |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| Алгебра высказываний                                           | ПЗ. 1. <b>1.1 -1.5</b>                                                   | 2                        | ПК-2, ПК-3                         |
|                                                                | ПЗ. 2. <b>2.1-2.3 К.р.</b>                                               | 2                        |                                    |
| Булевы функции.<br>Нормальные формы и<br>многочлены Жегалкина  | ПЗ. 3. <b>3.1-3.5</b>                                                    | 2                        | ПК-2, ПК-3                         |
|                                                                | ПЗ. 4. <b>4.1-4.5</b>                                                    | 2                        |                                    |
|                                                                | ПЗ. 5. <b>5.1-5.5</b>                                                    | 2                        |                                    |
|                                                                | ПЗ. 6. <b>6.1-6.5</b>                                                    | 2                        |                                    |
|                                                                | ПЗ. 7. <b>7.1-7.5</b>                                                    | 2                        |                                    |
|                                                                | ПЗ. 8. <b>8.1-8.3 К.р.</b>                                               | 2                        |                                    |
| Классы Поста.<br>Минимизация булевых<br>функций.               | ПЗ. 9. <b>9.1-9.5</b>                                                    | 2                        | ПК-2, ПК-3                         |
|                                                                | ПЗ. 10. <b>10.1-10.5</b>                                                 | 2                        |                                    |
|                                                                | ПЗ. 11. <b>11.1-11.5</b>                                                 | 2                        |                                    |
|                                                                | ПЗ. 12. <b>12.1-12.3 К.р.</b>                                            | 2                        |                                    |
| Исчисление<br>высказываний.<br>Предикаты. к-значная<br>логика. | ПЗ. 13. <b>13.1-13.5</b>                                                 | 2                        | ПК-2, ПК-3                         |
|                                                                | ПЗ. 14. <b>14.1-14.5</b>                                                 | 2                        |                                    |
|                                                                | ПЗ. 15. <b>15.1-15.5</b>                                                 | 2                        |                                    |
|                                                                | ПЗ. 16. <b>16.1-16.5</b>                                                 | 2                        |                                    |
|                                                                | ПЗ. 17. <b>17.1-17.5</b>                                                 | 2                        |                                    |
|                                                                | ПЗ. 18. <b>18.1-18.3 К.р.</b>                                            | 2                        |                                    |
|                                                                | <b>ИТОГО</b>                                                             | 36                       |                                    |

Практические занятия проводятся в помещении учебных аудиторий без использования специального оборудования.

### **7. Содержание лабораторных занятий (если предусмотрено учебным планом)**

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены

### **8. Характеристика самостоятельной работы бакалавра**

*СРС включает следующие виды работ:*

- ◆ *Проработка теоретического материала;*
- ◆ *Письменное выполнение домашнего задания;*
- ◆ *Выполнение расчетных заданий.*

Развернутая схема внеаудиторной работы студентов с указанием форм деятельности и соответствующих им форм контроля результатов, а также примерного времени, затрачиваемого студентом на выполнение различных видов работ (включая подготовку к занятиям) представлены ниже в *таблице*.

| <i>Разделы дисциплины</i>                               | <i>Время на выполнение, час</i> | <i>Форма СРС*</i>       | <i>Форма контроля</i> | <i>Формируемые компетенции</i> |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Алгебра высказываний                                    | 6                               | <i>Р.З. №1</i>          | <i>К.р. №1</i>        | ПК-2, ПК-3                     |
| Булевы функции. Нормальные формы и многочлены Жегалкина | 18                              | <i>Р.З. №2.</i>         | <i>К.р. №2</i>        | ПК-2, ПК-3                     |
| Классы Поста. Минимизация булевых функций.              | 12                              | <i>Р.З. №3.</i>         | <i>К.р. №3</i>        | ПК-2, ПК-3                     |
| Исчисление высказываний. Предикаты. к-значная логика.   | 18                              | <i>Домашнее задание</i> | <i>К.р. №4</i>        | ПК-2, ПК-3                     |

В качестве литературы рекомендуется учебно-методический комплект кафедры.

### **9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.**

При оценке результатов деятельности студентов используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Полный (суммарный) рейтинг студента при изучения дисциплины «*Математика*» складывается из:

|                    |                |
|--------------------|----------------|
| Расчетные задания  | 12 – 20 баллов |
| Контрольные работы | 48– 80 баллов  |
| Итого              | 60-100 баллов  |

### **10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

## 11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

### 11.1 Основная литература

| № | Основные источники информации                                                                                                                            | Количество экземпляров                                                                                                                                                     |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | А.Г. Зыков, В.И. Поляков, В.И. Скорубский. Математическая логика. –СПб: НИУ ИТМО, 2013. –131с.                                                           | <a href="http://window.edu.ru/resource/893/76893/files/matlog2011.pdf">http://window.edu.ru/resource/893/76893/files/matlog2011.pdf</a><br>доступ из любой точки интернета |
| 2 | В. В. Тишин. Дискретная математика в примерах и задачах. – СПб.: БХВ-Петербург : 2008. – 352 с.                                                          | <a href="http://www.ph4s.ru/book_pc_diskretka.html">http://www.ph4s.ru/book_pc_diskretka.html</a><br>доступ из любой точки интернета                                       |
| 3 | Верещагин Н. К., Шень А. Лекции по математической логике и теории алгоритмов. Часть 2. Языки и исчисления. — 4-е изд., испр. — М.: МЦНМО, 2012. — 240 с. | <a href="https://www.mccme.ru/free-books/shen/shen-logic-part2-2.pdf">https://www.mccme.ru/free-books/shen/shen-logic-part2-2.pdf</a><br>доступ из любой точки интернета   |

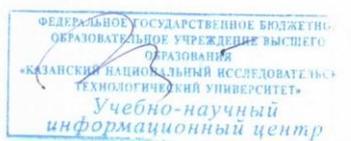
### 11.2 Дополнительная литература

| № | Основные источники информации                                                                                                                                                        | Количество экземпляров                                                                                                                                 |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | В.А. Горбатов. Фундаментальные основы дискретной математики. Информационная математика. – М.: Наука. Физматлит, 2000. – 544 с.                                                       | <a href="http://www.ph4s.ru/book_pc_diskretka.html">http://www.ph4s.ru/book_pc_diskretka.html</a><br>доступ из любой точки интернета                   |
| 2 | Г.П. Гаврилов, А. А. Сапоженко. Задачи и упражнения по курсу дискретной математики: учебное пособие для вузов. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Наука, 2005.- 416 с.               | <a href="http://neo-chaos.narod.ru/gavrilov_sapozhenko.html">http://neo-chaos.narod.ru/gavrilov_sapozhenko.html</a><br>доступ из любой точки интернета |
| 3 | Ю.М.Данилов Математика [Учебники]: учеб.пособие для студ.вузов, обуч. техн. спец./ Ю.М.Данилов [и др.] ; Казан.гос.технол.ун-т; под ред. Л.Н.Журбенко. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 495 с. | 1258 экз УНИЦ КНИТУ                                                                                                                                    |
| 4 | Журбенко Л.Н., Математика в примерах и задачах [Учебники] : учеб. пособ. для студ. вузов, обуч. по техн. спец. / Л.Н.Журбенко [и др.] . – М: ИНФРА-М, 2009. – 373 с.                 | 1360 экз УНИЦ КНИТУ                                                                                                                                    |

### 11.3 Электронные источники информации

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – режим доступа <http://ruslan.kstu.ru>
2. Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ – режим доступа <http://it.kstu.ru/ft>
3. [http://www.ph4s.ru/book\\_mat\\_razn.html](http://www.ph4s.ru/book_mat_razn.html) - доступ из любой точки интернета
4. [http://www.ph4s.ru/book\\_pc\\_diskretka.html](http://www.ph4s.ru/book_pc_diskretka.html). - доступ из любой точки интернета

Согласовано:  
Зав.сектором ОКУФ



### ***12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).***

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются: для проведения лекционных занятий – аудитория (Д416а), оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

### ***13. Образовательные технологии***

Количество часов занятий, проводимых в интерактивных формах (решение задач у доски, обсуждение математических моделей для реальных задач, решение задач группами студентов), составляет 14 часов.

### Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине "Б1.В.ОД.10 Математическая логика" для направления 01.03.02 "Прикладная математика и информатика", для профиля: "Прикладная математика и информатика" (очная форма обучения) пересмотрена на заседании кафедры Высшей математики

| №<br>п/п | Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры №__от__г.) | Наличие изменений | Наличие изменений в списке литературы | Подпись разработчика РП,<br><i>доцента,</i><br><i>Александров</i> | Подпись заведующего кафедрой,<br>проф.<br>Жихарев<br>В.А. | Подпись начальника УМЦ,<br>Китаева Л.А. |
|----------|----------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|          | Протокол №1 от 28.08.2018                                      | нет               | нет                                   | <i>А</i>                                                          | <i>Жихарев</i>                                            | <i>Китаева</i>                          |