

ИНСТИТУТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КИБЕРНЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА КИБЕРНЕТИКИ

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 3

от 30.08.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА (МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА)**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 01.03.02 Прикладная математика и  
информатика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
1	4	144	32	32	0	44-53	0	Э
Итого	4	144	32	32	0	44-53	0	

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина призвана обеспечить освоение студентами базовых математических теорий, методов решения задач, характерных для прикладной математики, информатики и программирования. Дисциплина также обеспечивает выработку навыков и приёмов формализации, описания, моделирования и исследования объектов дискретной математики.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение следующих результатов образования:

Знания:

на уровне представлений: Основные объекты дискретной математики и методы их описания и исследований. Отличие дискретных объектов от непрерывных. Проблематика дискретной математики.

на уровне воспроизведения: Теоретические результаты (теоремы и свойства), характерные для множеств, отношений, логических высказываний, высказывательных (логических) функций, предикатов.

на уровне понимания: свойства множественных и логических операций. Интерпретация логических и множественных операций в суждениях на естественном и формальных языках, в различных предметных областях.

Умения:

теоретические – Основные задачи математической логики и методы их решения. Методы проверки истинности выражений. Методы приведения логических выражений к определенному виду.

практические: - умение однозначно задавать объекты дискретной математики, приводить их к стандартным формам, выполнять эквивалентные преобразования. Вычислять истинность различных логических функций.

навыки: - применять методы математической логики для решения задач формализации, анализа и синтеза логических схем, для нахождения инвариантов циклических и условных конструкций в информатике, для выполнения эквивалентных преобразований.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Дискретная математика (математическая логика)» относится к вариативной части математического и естественнонаучного цикла и является обязательной дисциплиной для студента. Она является начальным курсом.

Дисциплина не требует специальной начальной подготовки, выходящей за рамки курса математики и информатики программы среднего образования.

В свою очередь, дисциплина является предшествующей для следующих курсов:

- дискретная математика (логические исчисления);
- логическое и функциональное программирование;
- дискретная математика (теория алгоритмов и сложность вычислений)
- базы данных
- практикум на ЭВМ

Дисциплина способствует освоению формализмов классической математики в плане логической интерпретации суждений (определений, теорем), когда математическая логика

используется в качестве метаматематики (математика для описания математики) в системах вывода и доказательств.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

<p>Код и наименование компетенции ОПК-1 [1] – Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности</p>	<p>Код и наименование индикатора достижения компетенции З-ОПК-1 [1] – знать естественнонаучные методы познания окружающего мира, знать фундаментальный математический аппарат; У-ОПК-1 [1] – уметь применять естественнонаучные и математические методы исследования различных явлений, процессов и задач В-ОПК-1 [1] – владеть навыками исследования различных явлений и процессов с использованием естественнонаучного и математического подхода</p>
<p>ОПК-2 [1] – Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач</p>	<p>З-ОПК-2 [1] – знать существующие математические методы и системы программирования необходимые для реализации алгоритмов решения прикладных задач У-ОПК-2 [1] – уметь использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования необходимые для реализации алгоритмов решения прикладных задач В-ОПК-2 [1] – владеть навыками реализации математических алгоритмов для решения прикладных задач с использованием существующих систем программирования</p>
<p>ОПК-3 [1] – Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности</p>	<p>З-ОПК-3 [1] – знать принципы построения математических моделей физических явлений и процессов У-ОПК-3 [1] – уметь формулировать математические модели различных явлений и процессов на основе физических принципов и законов В-ОПК-3 [1] – владеть навыками построения математических моделей физических явлений и процессов</p>

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			

<p>Разработка математических моделей, алгоритмов и методов для решения различных задач.</p>	<p>Математические модели и алгоритмы.</p>	<p>ПК-2 [1] - Способен понимать, применять и совершенствовать современный математический аппарат</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.001</p>	<p>З-ПК-2[1] - знать современный математический аппарат, используемый при описании, решении и анализе различных прикладных задач; У-ПК-2[1] - использовать современный математический аппарат для построения математических моделей и алгоритмов решения различных прикладных задач; В-ПК-2[1] - владеть навыками применения современного математического аппарата для построения математических моделей различных процессов, для обработки экспериментальных, статистических и теоретических данных, для разработки новых алгоритмов и методов исследования задач различных типов</p>
---	---	---	--

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------

#### 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практик. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>1 Семестр</i>						
1	Алгебра логики	1-7	14/14/0	БДЗ-4, КР-7	20	КИ-7	
2	Логика предикатов	8-11		БДЗ-10, КР-11	20	КИ-11	
3	Множества и отношения	12-16		БДЗ-15, КР-16	20	КИ-17	
	<i>Итого за 1 Семестр</i>		32/32/0		60		
	<b>Контрольные мероприятия за 1 Семестр</b>				40		

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
БДЗ	Большое домашнее задание
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>1 Семестр</i>			
1-7	<b>Алгебра логики</b>	14	14	0
1	<b>Вводная лекция</b> Дискретная математика как учебная дисциплина. История развития. Дискретность и непрерывность в природе и в теории. Компьютеры и дискретная математика. Проблемы дискретной математики. Основные разделы дискретной математики. Дискретная математика в МИФИ и на факультете КИБ. Элементы учебной программы дисциплины (контрольные мероприятия в семестре).	Всего аудиторных часов		
		2	2	
		Онлайн		
2	<b>Логические высказывания</b> Понятие логического высказывания и его свойства. Мера истинности логического высказывания. Семантика.	Всего аудиторных часов		
		2	2	
		Онлайн		

	<p>Простое и сложное (составное) логическое высказывание. Логические операции (связки) и их интерпретация в естественном языке: логическое сложение, логическое умножение, отрицание, импликация, сложение Жегалкина, эквивалентность. Вычисление истинности сложных логических высказываний. Старшинство операций. Формализация суждений.</p> <p>Высказывательные функции и их интерпретация. Таблица истинности. Вычисление истинности высказывательных функций.</p>			
3	<p><b>Алгебра логики</b></p> <p>Носитель и сигнатура алгебры логики. Свойства сигнатуры. Эквивалентные преобразования высказывательных функций. Формулы алгебры логики. Классы логических формул.</p>	Всего аудиторных часов		
		2	2	
		Онлайн		
4	<p><b>Логические функции</b></p> <p>Полностью и частично определенные логические функции. Существенные и фиктивные переменные. Способы задания логических функций. Задача восстановления аналитического представления функции по табличному заданию. Понятие первичного терма, импликанты и конституенты и их свойства. Нормальные формы представления логических функций (ДНФ, СовДНФ, КНФ, СовКНФ). Примеры.</p>	Всего аудиторных часов		
		2	2	
		Онлайн		
5	<p><b>Минимизация логических функций в классе ДНФ</b></p> <p>Задача о нахождении покрытия. Постановка задачи о нахождении покрытия минимально стоимости. Модификации задачи. Покрытие двоичной таблицы. Логическое условие покрытия строк столбцами. Алгоритм порождения покрытий двоичной таблицы. Стоимость покрытия. Методы снижения трудоёмкости нахождения покрытий. Ядро покрытия. Поглощение по строкам. Поглощение по столбцам.</p> <p>Понятие сложности логической функции в ДНФ. Постановка задачи нахождения минимальной ДНФ. Свойства алгебры логики, понижающие сложность ДНФ. Геометрическая интерпретация логической функции. Гиперкуб и его свойства. Интервал и его свойства. Максимальный интервал и простая импликанта. Сокращенная и тупиковая ДНФ. Алгоритм Квайна-МакКласки порождения тупиковых и минимальных ДНФ заданной функции.</p>	Всего аудиторных часов		
		2	2	
		Онлайн		
6	<p><b>Функциональная полнота</b></p> <p>Суперпозиция функций. Функционально полные системы функций. Базис. Классы логических функций: К0, К1, Кл, Кс, Км. Критерий Поста-Яблонского. Типовые базисы и их аппаратная реализация.</p>	Всего аудиторных часов		
		2	2	
		Онлайн		
7	<p><b>Логические схемы</b></p> <p>Понятие логической схемы. Задача анализа и задача синтеза логической схемы. Решение задачи анализа логической схемы. Метод синтеза логической схемы посредством моделирования элементов классического</p>	Всего аудиторных часов		
		2	2	
		Онлайн		

	базиса.			
<b>8-11</b>	<b>Логика предикатов</b>	8	8	
8	<b>Предикат</b> Логические высказывания с переменными. Предикат (одноместный и многоместный). Область определения предиката. Область истинности предиката. Тожественно истинные и тождественно ложные предикаты. Выполнимые предикаты. Таблица истинности для предиката. Логические операции над предикатами. Кванторные операции.	Всего аудиторных часов		
		2	2	
		Онлайн		
9	<b>Формулы логики предикатов</b> Алфавит для определения формул логики предикатов. Определение формулы логики предикатов. Интерпретация формулы предиката. Свободные и связанные переменные. Замкнутая формула. Правила эквивалентных преобразований в логике предикатов.	Всего аудиторных часов		
		2	2	
		Онлайн		
10	<b>Общезначимость и выполнимость</b> Нормальная и предварённая форма .Выполнимые и общезначимые формулы. Тожественно истинные формулы. Проблема разрешимости в логике предикатов.	Всего аудиторных часов		
		2	2	
		Онлайн		
11	<b>Элементы доказательства в логике</b> Доказательства, основанные на эквивалентности. Объект и субъект доказательства. Клауза. Причина и следствие. Доказательства в логике предикатов. Логика предикатов в математическом анализе. Формулировка определений и утверждений.	Всего аудиторных часов		
		2	2	
		Онлайн		
<b>12-16</b>	<b>Множества и отношения</b>	10	10	
12	<b>Введение в теорию множеств</b> Понятие множества и его свойства. Базовые понятия теории множеств: подмножество, надмножество, собственное подмножество, равенство и неравенство множеств, пустое множество, универсальное множество. Способы задания множеств. Мощность множества. Равномощность множеств. Булеан множества. Диаграммы Эйлера-Венна.	Всего аудиторных часов		
		2	2	
		Онлайн		
13	<b>Операции над множествами</b> Операции над множествами: объединение, пересечение и дополнение (до универсума). Старшинство операций. Вычисления множественных выражений. Алгебра множеств. Носитель и сигнатура алгебры множеств. Свойства сигнатуры. Мощностные характеристики множественных операций. Принцип включения и исключения. Эквивалентные преобразования множественных алгебраических выражений. Множества в языках программирования. Разбиение и покрытие.	Всего аудиторных часов		
		2	2	
		Онлайн		
14	<b>Отношения</b> Бинарное и n-арное декартово произведение. Односортное и многосортное декартово произведение. Декартово произведение как универсум. Понятие бинарного (n-арного) отношения. Отношения в информационных технологиях (программирование, базы данных и т.п). Способы задания бинарных отношений. Количественные	Всего аудиторных часов		
		2	2	
		Онлайн		

	характеристики бинарных отношений.			
15	<b>Функции и операции</b> Определение функции (операции). Табличный способ задания конечных функций (операций). Свойства функций (операций). Функциональные отношения и их роль в информационных технологиях. Свойства бинарных отношений: рефлексивность и иррефлексивность, симметричность и антисимметричность, транзитивность и интранзитивность. Диагностики свойств бинарных отношений в зависимости от способа его задания.	Всего аудиторных часов		
		2	2	
		Онлайн		
16	<b>Классы бинарных отношений</b> Отношение эквивалентности и его свойства. Классы эквивалентности и их свойства. Значение отношения эквивалентности для практики. Отношение порядка (строгого, не строгого, предпорядка). Линейный и частичный порядок. Упорядоченные множества. Отношение сравнимости. Графическое представление отношения порядка с помощью диаграмм Хассе. Восстановление отношения сравнимости по диаграмме Хассе. Экстремальные характеристики отношения порядка: максимальные, минимальные элементы, мажоранты и миноранты, наибольший и наименьший элементы, супремум и инфинум.	Всего аудиторных часов		
		2	2	
		Онлайн		

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

#### ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>1 Семестр</i>
1 - 7	<b>Практические занятия</b> 1. Анализ логических высказываний. Формализация суждений. 2. Высказывательные функции и их интерпретация. Таблица истинности. 3. Нормальные формы логических функций. Эквивалентные преобразования. 4. Применение алгебры логики к решению практических



	<p>задач. Задача о покрытии.</p> <p>5. Минимизация логических функций</p> <p>6. Проверка на функциональную полноту. Переход от одного базиса к другому.</p> <p>7. Анализ и элементы синтеза логических схем.</p>
8 - 11	<p><b>Логика предикатов</b></p> <p>8. Табличное задание предикатов и вычисление его характеристик (область истинности).</p> <p>9. Эквивалентные преобразования формул логики предикатов.</p> <p>10. Проверка предикатов на общезначимость и выполнимость.</p>
12 - 17	<p><b>Множества и отношения</b></p> <p>12. Вычисление множеств. Операции над множествами. Диаграммы Эйлера-Венна.</p> <p>13. Эквивалентные преобразования множественных выражений.</p> <p>14. Вычисление мощностных характеристик множеств. Покрытия и разбиения множества. Бинарные отношения и способы их задания</p> <p>15. Функции, операции и их характеристики (табличное задание).</p> <p>16. Исследование свойств бинарных отношений. Экстремальные характеристики отношения порядка.</p>

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

1. Лекционные занятия:

а. комплект электронных презентаций/слайдов,

б. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук)

2. Практические занятия:

а. компьютерный класс,

б. презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук),

с. стандартный пакет программ Microsoft Office.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения
-------------	---------------------

## Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – <i>«отлично»</i>	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – <i>«хорошо»</i>	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – <i>«удовлетворительно»</i>	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – <i>«неудовлетворительно»</i>	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Оценочные средства приведены в Приложении.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ М 21 Дискретная математика : , Санкт-Петербург: Лань, 2011

2. ЭИ Г 55 Математическая логика. Дискретные функции. Теория алгоритмов : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2012

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 519 Н73 Дискретная математика для программистов : учебное пособие для вузов, Ф. А. Новиков, Москва [и др.]: Питер, 2009

2. 519 Ш37 Дискретная математика : учебное пособие для вузов, Ю. П. Шевелев, Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2008

#### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

#### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

### 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа студентов 90 час/семестр и включает:

- повторение еженедельное теоретического (лекционного) материала и изучение материалов по курсу из дополнительных источников (2час/нед x 18 нед=36 час);
- еженедельное выполнение домашних практических заданий и подготовка к практическим занятиям (1час/нед x 18 нед=18 час);
- подготовка к контрольно-тестовой работе (3час/работу x 3 работы = 9 час)
- выполнение БДЗ (5час/БДЗ x 3 БДЗ = 15 час)
- подготовка к сдаче экзамена – 12 час.

Все материалы: БДЗ, вопросы к экзамену выкладываются в соответствующем временном интервале на сайте кафедры Кибернетики (Библиотека-Материалы для первого курса) здесь.

#### ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

В качестве оценочного средства используется 100 бальная семестровая система, учитывающая посещаемость занятий, активность (выполнение домашних занятий), выполнение тематических домашних заданий по каждому разделу, контрольно-тестовая работа по каждому разделу. Каждый раздел проходит аттестацию.

Итоговый балл за раздел (КИ) формируется следующим образом:

посещаемость семинарских занятий (еженедельно) не менее 80% +2 балла

не менее 50% +1 балл

менее 50% 0 баллов

БДЗ – выполнения ДЗ (по разделу)

Выполнено не менее 90% +10 баллов

Выполнено от 80-до 89% +8 балла

Выполнено от 70-до 79% +6 балла

Выполнено от 60-до 69% +4 балла

Выполнено от 40-до 59% +2 балл

Менее 39% 0 баллов

КР - контрольно-тестовая работа (продолжительность – 1 а/час  
(проводится в аудитории) Выполнено не менее 90% +8 баллов

Выполнено от 70-до 89% +6 баллов

Выполнено от 40-до 69% +4 балла

Менее 39% 0 баллов

КИ – аттестация раздела (контроль по итогам) Раздел аттестуется, если набрано не менее 60% баллов

По каждому разделу организуется по 1 передаче в течение семестра; На зачете организуется 1 передача на все разделы.

Экзамен (40 баллов). На экзамен выносятся вопросы, относящиеся ко всем разделам. Экзамен проводится в письменном виде по индивидуальному экзаменационному билету. Каждый билет содержит 10 заданий. Два из них - теоретические, которые выбираются из списка вопросов к экзамену. Остальные задания связаны с проверкой теоретических и практических знаний по всем разделам дисциплины. Письменные ответы студента регистрируются на специальных бланках. Студент обязательно отмечает на этих бланках символом "+" те вопросы и задачи из билета, на которые даны полные или развернутые ответы. Отмечает символом "□", если ответ не полон или решение задачи не выполнено до конца. Символом "-" отмечаются те вопросы (задачи), которые не нашли своего отражения в ответах. Каждый вопрос оценивается, по следующей схеме:

- 4 балла (полный развернутый ответ на теоретический вопрос или полное и обоснованное решение практической задачи);
- 2 балла (ответ на теоретический вопрос не полон, имеются отдельные неточности в определениях и теоремах, получены частичные результаты решения практической задачи);
- 0 баллов (ответы на теоретический вопрос отсутствуют, обоснование оперирует ложными понятиями либо полностью отсутствует и т.п.) ;

Методические указания по выполнению домашнего задания

Варианты заданий объявляются на официальном сайте кафедры «Кибернетика» (<http://cyber.mephi.ru>) в разделе «Библиотека-Материалы для 1 курса» перед началом выполнения заданий.

Автор(ы):

Шапкин Павел Александрович, к.т.н.