МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
функционального анализа
и операторных уравнений
Каменский М.И

26.06.2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.9 Математическая логика и ее применение в компьютерных науках

1. Шифр и наименование направления подготовки / специальности: 02.03.01 математика и компьютерные науки

2. Профиль подготовки / специализации:

3. Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

4. Форма образования: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: функционального анализа и операторных уравнений

6. Составители программы: Петрова Любовь Петровна, к.ф.-м.н., Прядко Ирина Николаевна, к.ф.-м.н., математический факультет, кафедра функционального анализа и операторных уравнений, lpp1950@mail.ru

7. Рекомендована: НМС математического факультета, протокол №0500-07 от 03.07.2018

8. Учебный год: 2018-2019 **Семестр(ы):** второй

9. Цели и задачи учебной дисциплины: целью дисциплины является освоение основополагающих понятий, результатов и методов математической логики, способов оценки эффективности и общих принципов построения алгоритмов, а также иллюстрация на различных комбинаторных задачах способов оценки эффективности алгоритмов, в числе которых крайне важные для работы с большими массивами данных алгоритмы поиска.

Задачами курса являются:

1) изучение основ математической логики и приобретение навыков работы с предикатными исчислениями;
2) изучение вопросов полноты и замкнутости систем булевых функций ;
3) изучение дизъюнктивных нормальных форм и проблемы их минимизации.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: дисциплина относиться к профессиональному циклу и является обязательной дисциплиной базовой (общепрофессиональной) части данного цикла.

Основные дисциплины и их разделы, необходимые для усвоения курса «Математическая логика» – теория множеств.

Дисциплина «Математическая логика» является необходимой для усвоения учебных курсов по функциональному анализу и компьютерным наукам.

Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОК-7	способность к самоорганизации и самообразованию	знать: основные соотношения математической логики уметь: употреблять специальную математическую символику для выражения количественных и качественных отношений между объектами; осуществлять информационный поиск с использованием различных средств; контролировать и оценивать ход и результаты деятельности владеть: навыками применения основных законов математической логики при решении естественно-научных задач

ОПК-1	готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики	знать: фундаментальную математику; основные понятия, определения и свойства объектов математической логики, формулировки и доказательства уметь: использовать фундаментальные знания в области алгебры, аналитической геометрии, дискретной математики и математической логики владеть: готовностью использовать фундаментальные знания в области математического анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальных уравнений дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности
ОПК-2	способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.	знать: стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической структуры с применением информационно-коммуникационных технологий уметь: решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий владеть: навыками решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК-3	способность к самостоятельной научно-исследовательской работе.	знать: основные понятия и соотношения математической логики; способы проверок логического следствия уметь: использовать понятия и соотношения математической логики при решении теоретических и прикладных задач владеть: способностью к самостоятельной научно-исследовательской работе

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 5/180

Форма промежуточной аттестации*(зачет/экзамен)* **экзамен**

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)	
	Всего	По семестрам
		сем. 2
Аудиторные занятия	50	50
в том числе: лекции	16	16
практические		
лабораторные	34	34
Самостоятельная работа	94	94
Контроль	36	36
Итого:	180	180
Форма промежуточной аттестации		2 контр. работы, экзамен

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
		1. Лекции
1.1	Математическая логика	Высказывание, логическая форма, интерпретация, контрпример, логические связки, логическое следствие. Предикат, кванторы. Следствие в логике предикатов.
1.2	Введение в алгебру логики	Функции алгебры логики. Суперпозиции и формулы. Булева Алгебра. Принцип двойственности. Совершенная дизъюнктивная нормальная форма (СДНФ). Совершенная конъюнктивная нормальная форма (СКНФ). Разложение булевых функций по переменным. Замкнутость и полнота систем булевых функций. Теорема Поста.
1.3	Минимизация дизъюнктивных нормальных форм (ДНФ)	Индексы простоты. Тривиальный алгоритм, алгоритм основанный на операциях упрощения. Тупиковые, сокращённые ДНФ. Геометрический алгоритм. Импликанты, простые импликанты. Алгоритм Квайна - Мак-Класки.
1.4	Введение в комбинаторику	Правило суммы и правило произведения. Размещения, перестановки, сочетания, разбиения множества. Биномиальные коэффициенты. Числа Стирлинга первого и второго рода. Принцип включения и исключения. Производящие функции.
1.5	Линейные рекуррентные соотношения.	Характеристический многочлен. Решение однородных и неоднородных линейных рекуррентных соотношений. Поиск решения методом производящих функций. Числа Фибоначи
		2. Практические занятия
		3. Лабораторные работы
3.1	Математическая логика	Высказывание, логическая форма, интерпретация, контрпример, логические связки, логическое следствие. Предикат, кванторы. Следствие в логике предикатов.
3.2	Введение в алгебру логики	Функции алгебры логики. Суперпозиции и формулы. Булева Алгебра. Принцип двойственности. Совершенная дизъюнктивная нормальная форма (СДНФ). Совершенная конъюнктивная нормальная форма (СКНФ). Разложение булевых функций по переменным. Замкнутость и полнота систем булевых функций. Теорема Поста.
3.3	Минимизация дизъюнктивных нормальных форм (ДНФ)	Индексы простоты. Тривиальный алгоритм, алгоритм основанный на операциях упрощения. Тупиковые, сокращённые ДНФ. Геометрический алгоритм. Импликанты, простые им-

		пликанты. Алгоритм Квайна - Мак-Класки.
3.4	Введение в комбинаторику	Правило суммы и правило произведения. Размещения, перестановки, сочетания, разбиения множества. Биномиальные коэффициенты. Числа Стирлинга первого и второго рода. Принцип включения и исключения. Производящие функции.
3.5	Линейные рекуррентные соотношения.	Характеристический многочлен. Решение однородных и неоднородных линейных рекуррентных соотношений. Поиск решения методом производящих функций. Числа Фибоначи

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Контроль	Самостоятельная работа	Всего
1.	Математическая логика.	2	4	8	18	32
2.	Введение в алгебру логики.	3	6	7	19	35
3.	Минимизация дизъюнктивных нормальных форм (ДНФ)	3	8	7	19	37
4.	Введение в комбинаторику.	4	8	7	19	38
5.	Линейные рекуррентные соотношения.	4	8	7	19	38
	Итого:	16	34	36	94	180

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Аудиторные занятия, лекции и лабораторные занятия предполагают самостоятельную работу студентов по данному курсу. На лекциях предлагаются для самостоятельного изучения некоторые дополнительные темы, предлагаются для самостоятельного доказательства некоторые теоремы и следствия. На лабораторных занятиях предусмотрены домашние задания, а также дополнительные задания для сильных студентов.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	**Яблонский, Сергей Всеволодович**. Введение в дискретную математику : учебное пособие для студ. вузов, обуч. по специальности "Прикладная математика" / С.В. Яблонский ; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова .— Изд. 4-е, стер. — М. : Высш. шк., 2006 .— 384 с. : ил., табл. — (Классический университетский учебник / редсов. : В.А.Садовничий (пред.) [и др.]) .— Посвящается 250-летию Московского университета .— Библиогр.: с.370-372 .— Предм. указ.: с.373-379 .— ISBN 5-06-005683-X.
2.	**Гаврилов, Гарий Петрович**. Задачи и упражнения по курсу дискретной математики : Учебное пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "Прикладная математика" / Г.П. Гаврилов, А.А. Сапоженко .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Наука : Физматлит, 1992 .— 408 с. : ил. —

	ISBN 5020139912 : 37.50.
3.	**Виленкин, Наум Яковлевич**. Комбинаторика / Н.Я. Виленкин, А.Н. Виленкин, П.А. Виленкин .— М. : ФИМА : МЦНМО, 2006 .— 399, [1] с. : ил. — Библиогр.: с.400 .— ISBN 5-89492-014-0 .— ISBN 5-94057-230-8.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
6.	**Новиков, Ф. А.** Дискретная математика для программистов : [Учебник] / Ф. А. Новиков .— СПб. и др. : Питер, 2002 .— 301с. : ил. — ISBN 5-272-00183-4.
7.	**Лавров, Игорь Андреевич**. Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов : [учебное пособие] / И. А. Лавров, Л. Л. Максимова .— Изд. 5-е, испр. — М. : Физматлит, 2004 .— 255 с. — Библиогр.: с.248-249 .— Предм. указ.: с.250-255 .— ISBN 5-9221-0026-2.
8.	**Белоусов, Алексей Иванович**. Дискретная математика : Учебник для студ. втузов / А. И. Белоусов, С. Б. Ткачев ; под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко .— М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001 .— 743 с. : ил., табл. — (Математика в техническом университете ; Вып. 19) .— ISBN 5-7038-1769-2 .— ISBN 5-7038-1270-4 : 128.00.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
9.	Петрова Л.П., Садовский Б.Н. Математическая логика. Конспекты лекций и упражнения. Воронеж. 2010г. <URL:http://bsadovskiy.ru/4/7/ >.

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1.	Петрова Л.П., Садовский Б.Н. Математическая логика. Конспекты лекций и упражнения. Воронеж. 2010г. <URL:http://bsadovskiy.ru/4/7/ >.

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лекционная аудитория, аудитории для лабораторных, компьютер, мультимедийный проектор, доска (мел, маркеры).

19. Фонд оценочных средств:

19.1 Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС (средства оценивания)
ОК-7 способность к самоорганизации и самообразованию	Знать: основные соотношения математической логики	Разделы 1-5 Математическая логика Введение в алгебру логики Минимизация дизъюнктивных нормальных форм (ДНФ) Введение в комбинаторику. Линейные рекуррентные соотношения.	Устный опрос
	Уметь употреблять специальную математическую символику для выражения количественных и качественных отношений между объектами; осуществлять информационный поиск с использованием различных средств; контролировать и оценивать ход и результаты деятельности	Разделы 1-5 Математическая логика Введение в алгебру логики Минимизация дизъюнктивных нормальных форм (ДНФ) Введение в комбинаторику. Линейные рекуррентные соотношения.	Контрольная работа №1, контрольная работа №2
	Владеть навыками применения основных законов математической логики при решении естественно-научных задач	Разделы 1-5 Математическая логика Введение в алгебру логики Минимизация дизъюнктивных нормальных форм (ДНФ) Введение в комбинаторику. Линейные рекуррентные соотношения.	Контрольная работа №1, контрольная работа №2
ОПК-1 готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики	знать: фундаментальную математику; основные понятия, определения и свойства объектов математической логики, формулировки и доказательства	Разделы 1-5 Математическая логика Введение в алгебру логики Минимизация дизъюнктивных нормальных форм (ДНФ) Введение в комбинаторику. Линейные рекуррентные соотношения.	Устный опрос
	Уметь: использовать фундаментальные знания в области алгебры, аналитической геометрии, дискретной математики и математической логики	Разделы 1-5 Математическая логика Введение в алгебру логики Минимизация дизъюнктивных нормальных форм (ДНФ) Введение в комбинаторику. Линейные рекуррентные соотношения.	Контрольная работа №1, контрольная работа №2
	Владеть: использовать фундаментальные знания в области алгебры, аналитической геометрии, дискретной математики и математической логики	Разделы 1-5 Математическая логика Введение в алгебру логики Минимизация дизъюнктивных нормальных форм (ДНФ)	Контрольная работа №1, контрольная работа №2

		Введение в комбинаторику. Линейные рекуррентные соотношения.	
ОПК-2 способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.	Знать: стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической структуры с применением информационно-коммуникационных технологий	Разделы 1-5 Математическая логика Введение в алгебру логики Минимизация дизъюнктивных нормальных форм (ДНФ) Введение в комбинаторику. Линейные рекуррентные соотношения.	Контрольная работа №1, контрольная работа №2
	Уметь: решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий	Разделы 1-5 Математическая логика Введение в алгебру логики Минимизация дизъюнктивных нормальных форм (ДНФ) Введение в комбинаторику. Линейные рекуррентные соотношения.	Контрольная работа №1, контрольная работа №2
	Владеть: навыками решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Разделы 1-5 Математическая логика Введение в алгебру логики Минимизация дизъюнктивных нормальных форм (ДНФ) Введение в комбинаторику. Линейные рекуррентные соотношения.	Контрольная работа №1, контрольная работа №2
ОПК-3 способность к самостоятельной научно-исследовательской работе.	знать: основные понятия и соотношения математической логики; способы проверок логического следствия		
	уметь: использовать понятия и соотношения математической логики при решении теоретических и прикладных задач		
	владеть: способностью к самостоятельной научно-исследовательской работе		
Промежуточная аттестация			Комплект КИМ

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на экзамене используются следующие показатели (ЗУНы из 19.1):

основные

.

1.2. Уметь:

- употреблять специальную математическую символику для выражения количественных и качественных отношений между объектами;
- доказывать основные логические соотношения;
- проверять справедливость логического следствия;
- строить нормальные формы и определять функциональную полноту систем функций алгебры логики.

1.3. Владеть:
- навыками применения языка математической логики к решения компьютерных задач;
- практическим опытом решения задач математической логики.

1) знание основных понятия и соотношение математической логики; способов проверок логического следствия;

2) умение связывать теорию с практикой;

3) умение доказывать теоремы и решать задачи

4) владение практическим опытом решения задач математической логики

Для оценивания результатов обучения на экзамене (зачете с оценкой) используется 4-балльная шала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено, не зачтено

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет теоретическими основами дисциплины, умеет связать теорию с практикой, умеет доказывать теоремы и решать задачи, владеет математическим аппаратом при решении задач	*Повышенный уровень*	*Отлично*
Обучающийся владеет теоретическими основами дисциплины; в целом, умеет связать теорию с практикой, умеет доказывать теоремы, но допускает незначительные ошибки,	*Базовый уровень*	*Хорошо*

неточности, испытывает затруднения при решении практических задач		
Обучающийся частично владеет теоретическими основами дисциплины, не умеет решать задачи или допускает существенные ошибки, не умеет связать теорию с практикой.	*Пороговый уровень*	*Удовлетворительно*
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.	–	*Неудовлетворительно*

19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень вопросов к экзамену:

1. Определение высказывания и предиката.
2. Определение умозаключения, посылок и заключения.
3. Определение интерпретации и контрпримера.
4. Определение логического следствия и следствия в теории.
5. Определение логических связок (с помощью таблиц истинности).
6. Определение стандартной интерпретации.
7. Определение логической эквивалентности.
8. Определение тавтологии.
9. Определение логического противоречия.
10. Свойства логического следствия, эквивалентности, тавтологии и противоречия.
11. Теорема об отрицании, конъюнкции и дизъюнкции.
12. Теорема об импликации и двойной импликации.
13. Определение двойственной функции.
14. Теорема о функции, двойственной к суперпозиции функций.
15. Принцип двойственности и его следствие.
16. Определение и свойства функции x^{σ}.
17. Теорема о разложении функции по переменным.
18. Определение СДНФ (совершенной дизъюнктивной нормальной формы).
19. Теорема о представлении любой булевой функции в виде формулы только с операциями отрицания, дизъюнкции и конъюнкции.
20. Получение СКНФ (совершенной конъюнктивной нормальной формы) для булевой функции.
21. Признак о полноте системы булевых функций (связанной некоторым соотношением с другой полной системой).
22. Теорема о представлении булевых функций в виде полинома Жегалкина.
23. Доказательство свойств замыкания.
24. Лемма о получении константы из не самодвойственной функции.
25. Лемма о получении отрицания из не монотонной функции.
26. Лемма о получении конъюнкции из не линейной функции.
27. Теорема Поста о необходимом и достаточном условии полноты системы булевых функций.
28. Теорема о кванторах, отрицании, конъюнкции и дизъюнкции.
29. Теорема о кванторах и импликации.

19.3.2 Перечень практических заданий
19.3.4 Тестовые задания

19.3.4 Перечень заданий для контрольных работ

Комплект заданий для контрольной работы № 1

Тема Логика высказываний. Введение в алгебру логики.

Вариант 1

……

Задание 1 Сформулировать определение высказывания.

Задание 2 Сформулировать определение двойственной функции.

Задание 3 Сформулировать законы дистрибутивности и доказать один из них.

Задание 4 Формализовать и проверить: «Для того, чтобы элемент x не принадлежал множеству A, достаточно, чтобы он не принадлежал множеству B. Если x принадлежит множеству C, то он принадлежит A или B. Чтобы x принадлежал множеству B, необходимо, чтобы он принадлежал C. Следовательно, x принадлежит B, если и только если он принадлежит C».

Вариант2

……

Задание 1 Сформулировать определение предиката.

Задание 2 Сформулировать теорему о функции, двойственной к суперпозиции функций.

Задание 3 Сформулировать законы дистрибутивности и доказать один из них.

Задание 4 Формализовать и проверить: «Для того, чтобы элемент a принадлежал множеству M, необходимо, чтобы ему принадлежал элемент b или элемент c. Если $b \in M$, то и $a \in M$. Чтобы элемент c не принадлежал M, достаточно, чтобы этому множеству не принадлежал элемент b. Следовательно, $a \in M$ тогда и только тогда, когда $b \in M$ ».

Комплект заданий для контрольной работы № 2

Тема Замкнутость и полнота систем булевых функций. Логика предикатов

Вариант 1

……

Задание 1 Сформулировать определение ограниченных кванторов.

Задание 2 Сформулировать и доказать теорему о представлении булевых функций в виде полинома Жегалкина.

Задание 3 Полна ли система {¬A+B,¬C∨B,B+C→A }?

Задание 4 Формализовать и проверить: «Утверждения $Q(a,c)$ и $R(a,c,z)$ оба справедливы при некотором a. Для любых a и b и любого x, удовлетворяющего условию $P(x)$, утверждение $R(a,b,x)$ выполняется в том и только том случае, когда не справедливо $Q(a,b)$. Следовательно, $P(z)$ ложно».

Вариант2

……

Задание 1 Сформулировать теорему о гарантированном уменьшении числа функций в любой полной системе булевых функций.

Задание 2 Сформулировать и доказать (одно) правила пронесения кванторов через конъюнкцию.

Задание 3 Полна ли система {¬C→¬B, A∧¬B↔C, (AB+C)→(¬C+¬A)}?

Задание 4 Формализовать и проверить: «Любое x, удовлетворяющее неравенству $x > p$, принадлежит

множеству M. Неравенство $x < s$ ложно для всех элементов $x \in M$. Следовательно, любой элемент

x, удовлетворяющий неравенству $x < s$, не удовлетворяет неравенству $x > p$ ».

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах: *устного опроса (индивидуальный опрос, фронтальная беседа); письменных работ (контрольные).* Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практическое задание, позволяющее оценить степень сформированности умений и навыков .
При оценивании используются качественная шкала оценок. Критерии оценивания приведены выше.