

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой вычислительной математики
и прикладных информационных технологий (ВМиПИТ)



М. Леденева
22.03.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.10 Математическая логика и теория алгоритмов

- 1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**
01.03.02 Прикладная математика и информатика
- 2. Профиль подготовки/специализация:** все профили
- 3. Квалификация выпускника:** бакалавр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра вычислительной математики и прикладных информационных технологий (ВМиПИТ)
- 6. Составитель программы:** Леденева Татьяна Михайловна, д.т.н., профессор кафедры ВМ и ПИТ факультета ПММ
- 7. Рекомендована:** НМС факультета ПММ 22.03.2024г., протокол №5.
- 8. Учебный год:** 2025/2026 **Семестры:** 3
- 9. Цели и задачи учебной дисциплины:**
Цель учебной дисциплины: сформировать у обучающихся навыки проведения исследований по тематике основных разделов математической логики и теории алгоритмов и подготовки проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ.
Задачи учебной дисциплины:
изучение основных разделов математической логики и теории алгоритмов;
формирование навыков построения и исследования систем логического вывода;
формирование навыков планирования исследований и подготовки документации по тематике основных разделов математической логики и теории алгоритмов
- 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** вариативная часть.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	ПК-1.2	Анализирует научно-техническую информацию, касающуюся передового отечественного и зарубежного опыта решения задач в области профессиональной деятельности.	<i>Знать:</i> основные приемы работы с научной технической информацией <i>Уметь:</i> составить аналитический обзор по заданной теме. <i>Владеть:</i> навыками работы с электронной научной библиотекой elibrary.ru.
ПК-2	Способен подготовить элементы документации, проекты планов и программы проведения отдельных этапов работ	ПК-2.2	Проводит эксперименты в соответствии с поставленными задачами по отдельным этапам работ.	<i>Знать:</i> этапы планирования работ при реализации проектов. <i>Уметь:</i> сформулировать цели и задачи эксперимента, составить план проведения эксперимента. <i>Владеть:</i> навыками подготовки документации.
ПК-3	Способен осуществить выполнение экспериментов и оформить результаты исследований и разработок	ПК-3.1	Проводит наблюдения и измерения, составляет их описание и формулирует выводы.	<i>Знать:</i> элементы теории планирования эксперимента. <i>Уметь:</i> подготовить входную информацию для проведения эксперимента. <i>Владеть:</i> навыками обработки результатов эксперимента.
ПК-4	Способен разрабатывать комплекс требований к ПО, осуществлять его проектирование с учетом особенностей предметной области для решения прикладных задач в естественных науках, промышленности и бизнесе и управлять работами по созданию (модификации) и сопровождению ИР	ПК-4.3	Использует современные математические методы и компьютерные технологии, разработки и адаптации при проектировании программного обеспечения и ИР.	<i>Знать:</i> основы построения формальных систем и проблемы формальных исчислений; возможности прикладного использования математической логики и теории алгоритмов; принципы планирования работ по разработке различных алгоритмов для решения задач в профессиональной сфере. <i>Уметь:</i> подготовить проект и элементы документации при разработке алгоритмов, провести анализ их характеристик. <i>Владеть:</i> языком предикатов как способом формализации знаний; методом резолюций как одним из основных методов доказательства правильности рассуждений; навыками построения и анализа алгоритмов.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. – 3/108

Форма промежуточной аттестации: экзамен

13. Трудоемкость по видам учебной работы:

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		3 семестр
Контактная работа	64	64
в том числе:	лекции	32
	практические	32
Самостоятельная работа	44	44
Промежуточная аттестация	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой
Итого	108	108

13.1 Содержание разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1. Лекции			
1.1	Понятие формального исчисления	Понятие формальной аксиоматической теории. Вывод и выводимая формула. Свойства логического вывода.	moodle (Математическая логика) edu.vsu.ru
1.2	Исчисление высказываний	Исчисление высказываний как формальная аксиоматическая теория (аксиоматизация, правило вывода <i>modus ponens</i>). Теорема дедукции. Проблемы исчисления высказываний (полнота, непротиворечивость, разрешимость, независимость). Понятие общезначимой формулы. Алгоритмы проверки общезначимости и противоречивости в исчислении высказываний (алгебраический метод, метод Квайна, метод редукции, метод Девиса – Патнема). Понятие резольвенты и резольютивного вывода. Метод резолюций. Метод резолюций для хорновских дизъюнктов.	
1.3	Исчисление предикатов	Понятие формулы логики предикатов (ФЛП). Общезначимость и выполнимость ФЛП. Кванторные предикаты и их свойства. Нормальная и префиксная нормальная формы. Сколемовская нормальная форма. Исчисление предикатов как формальная аксиоматическая система. Аксиоматика и правила вывода. Проблема разрешимости в логике предикатов. Теорема дедукции для исчисления предикатов. Непротиворечивость и полнота. Теорема Геделя о полноте. Понятие наиболее общего унификатора. Алгоритм унификации. Метод резолюций в исчислении предикатов.	
1.4	Формализация понятия алгоритма. Некоторые классы алгоритмов	Понятие алгоритма и его характерные свойства. Формализация понятия алгоритма. Машина Тьюринга как модель вычислений. Нормальные алгоритмы Маркова. Алгоритмически разрешимые и неразрешимые проблемы. Классификация алгоритмов по сложности. Комбинаторные алгоритмы. Эвристические алгоритмы. «Жадный» алгоритм. Задача о составлении расписания. Конструирование некоторых алгоритмов теории графов на основе поисковых процедур.	

1.5	Понятие алгоритмического обеспечения	Этапы проведения исследований при разработке алгоритмов. Проектирование алгоритмического обеспечения информационных систем и программных комплексов. Подготовка документации.	
2. Практические занятия			
2.1	Исчисление высказываний	Проверка выводимости (доказуемости) формул. Алгоритмы проверки общезначимости и противоречивости в исчислении высказываний (алгебраический метод, метод Квайна, метод редукции). Понятие резолювенты и резолютивного вывода. Метод резолюций. Метод согласия. Метод резолюций для хорновских дизъюнктов.	moodle (Математическая логика) edu.vsu.ru
2.2	Исчисление предикатов	Использование предикатов для представления знаний. Определение типа кванторного предиката. Приведение предикатов к нормальной и префиксной нормальной форме. Сколемизация. Понятие наиболее общего унификатора. Алгоритм унификации. Метод резолюций в исчислении предикатов.	
2.3	Формализация понятия алгоритма. Некоторые классы алгоритмов	Построение машин Тьюринга. Разработка простейших комбинаторных алгоритмов. Поисковые процедуры на графах. Конструирование некоторых алгоритмов теории графов на основе поисковых процедур. Анализ сложности алгоритмов. Эвристические алгоритмы.	

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)			
		Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Всего
1	Понятие формального исчисления	2	–		2
2	Исчисление высказываний	12	12		24
3	Исчисление предикатов	12	12		24
4	Формализация понятия алгоритма. Некоторые классы алгоритмов	6	8		14
Итого:		32	32	44	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Лекционные занятия (лекции) реализуются в традиционной форме в соответствии с календарным планом-графиком. Целесообразно лекции сопровождать практическими занятиями для лучшего понимания материала и формирования навыков и умений для решения задач, относящихся к различным разделам дисциплины. При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения необходимо выполнять все указания преподавателей по работе на LMS-платформе, своевременно подключаться к online-занятиям, соблюдать рекомендации по организации самостоятельной работы.

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Судоплатов, С. В. Математическая логика и теория алгоритмов : учебник и практикум для вузов / С. В. Судоплатов, Е. В. Овчинникова. – 5-е изд., стер. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 207 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-12274-9. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/447321 .

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
2	Палий, И. А. Дискретная математика и математическая логика : учебное пособие для вузов / И. А. Палий. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2020. – 370 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-12446-0. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/447489

3	Зюзьков, В. М. Введение в математическую логику : учебное пособие / В. М. Зюзьков. – 2-е изд., испр. – Санкт-Петербург : Лань, 2018. – 268 с. – ISBN 978-5-8114-3053-6. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/107935
4	Игошин В.И. Математическая логика : учеб пособие. / В.И. Игошин. – М. : НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 399 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
5	ЭБС «ЛАНЬ»
6	www.lib.vsu.ru – Зональная научная библиотека ВГУ
7	Леденева, Т.М. Курс «Математическая логика» / Образовательный портал «Электронный университет ВГУ». – Режим доступа: https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10640

16. Перечень учебно-методического обеспечения

№ п/п	Источник
7	Леденева Т.М. Формальные аксиоматические теории. Исчисление высказываний / Т.М. Леденева, Е.М. Аристова. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2016. – 27 с.
8	Леденева Т.М. Формальные аксиоматические теории. Исчисление предикатов / Т.М. Леденева. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2020. – 36 с.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии, электронное обучение, смешанное обучение.

При реализации дисциплины используется классическая модель лекционных и практических занятий. Организационная модель проведения занятий базируется на здоровьесберегающей технологии, строгом соблюдении санитарно-гигиенических норм и правил техники безопасности в учебных помещениях. В процессе чтения лекций у обучающихся формируются следующие качества: интерес к содержанию дисциплины, критическое мышление, способность к выявлению связей между теорией и практической направленностью изучаемого материала. Практические занятия направлены на развитие аналитических способностей, на формирование навыков работы с алгоритмами и подготовки документации при проведении работ, связанных с разработкой алгоритмического обеспечения. Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Для организации занятий рекомендован онлайн-курс «Математическая логика», размещенный на платформе Электронного университета ВГУ (LMS moodle), а также интернет-ресурсы, приведенные в п.15в.

18. Материально-технического обеспечения дисциплины:

Мебель и оборудование	Программное обеспечение
Лекции	
Специализированная мебель, компьютер (ноутбук), мультимедийное оборудование (проектор, экран, средства звуковоспроизведения).	Windows 10 (лицензионное ПО); Adobe Reader (свободное и/или бесплатное ПО; Mozilla Firefox (свободное и/или бесплатное ПО)
Практические занятия	
Специализированная мебель, компьютер (ноутбук), мультимедийное оборудование (проектор, экран, средства звуковоспроизведения).	Windows 10 (лицензионное ПО); Adobe Reader (свободное и/или бесплатное ПО; Mozilla Firefox (свободное и/или бесплатное ПО)

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Понятие формального исчисления	ПК-1, ПК-3, ПК-4	ПК-1.2, ПК-3.1, ПК-4.3	Контрольная работа
2	Исчисление высказываний			
3	Исчисление предикатов			
4	Формализация понятия алгоритма. Некоторые классы алгоритмов.	ПК-2, ПК-3	ПК-2.2, ПК-3.2	Индивидуальное задание
5	Понятие алгоритмического обеспечения	ПК-4	ПК-4.3	Тест
Промежуточная аттестация Форма контроля – зачет с оценкой				Перечень теоретических вопросов

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Контрольная работа (вариант)

Вариант

1. Выводима ли в ИВ следующая формула $X \rightarrow (Y \rightarrow (X \wedge Y))$?
2. Доказать $\vdash A \rightarrow (B \rightarrow (A \wedge B))$.
3. Доказать $\neg A \vdash (A \rightarrow B)$.
4. С помощью алгоритма Квайна и алгоритма редукции доказать тождественную истинность формулы $(A \rightarrow B) \rightarrow ((A \rightarrow (B \rightarrow C)) \rightarrow (A \rightarrow C))$.
5. Доказать, используя метод резолюций, что S является логическим следствием множества гипотез H , если

$$H = \{ \neg A \vee (B \rightarrow C), C \rightarrow (D \rightarrow E), (D \rightarrow E) \rightarrow F \},$$

$$S = A \rightarrow (\neg B \vee F).$$

6. Используя метод резолюций, докажите, что следующее множество формул противоречиво

$$S = \{ \neg A \vee B \vee D, \neg B \vee D \vee A, \neg D \vee A, A \vee B, B \vee \neg D, \neg A \vee \neg B \}.$$

7. Определить, унифицируемо ли множество

$$W = \{ F(u, F_1(x, y)) = x, F(y, z) = x, F(u, F_1(c, z)) = x \}.$$

В случае унифицируемости найти наиболее общий унификатор.

Индивидуальные задания (примеры)

ИЗ-1. Разработайте алгоритм для управления логическим выводом на основе стратегии *предпочтения одночленам*.

ИЗ-2. Разработайте алгоритм, реализующий правило согласия. Сформулируйте несколько стратегий управления выводом и определите ограничения на применимость каждой стратегии.

ИЗ-2. Сгенерируйте полный взвешенный граф с 50 вершинами. Выполните алгоритм Прима поиска минимального остова, начиная поочередно с каждой из его вершин, и посчитайте количество найденных таким образом минимальных остовных деревьев. Сведите результаты экспериментов в отчет и дайте им объяснение.

Примечание. Результаты выполнения индивидуального задания оформляются в форме отчета.

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой осуществляется на основе оценки результатов домашней контрольной работы и отчета о выполнении индивидуального задания.

Критерии оценки:

<i>Отлично</i>	Все задания контрольной работы выполнены; индивидуальное задание выполнено и аккуратно оформлено.
<i>Хорошо</i>	В контрольной работе зачтены не менее 5 из 7 заданий и/или в индивидуальном задании имеются незначительные недочеты, работа аккуратно оформлена.
<i>Удовлетворительно</i>	В контрольной работе зачтены не менее 4 из 7 заданий и/или в индивидуальном задании имеются ошибки, которые обучающийся может устранить, и/или отчет оформлен неаккуратно.
<i>Неудовлетворительно</i>	В контрольной работе решены менее 4 заданий из 7 и/или в индивидуальном задании имеются грубые ошибки, отчет неаккуратно оформлен.