

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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
Вычислительной математики и
прикладных информационных технологий



Леденёва Т.М.
21.04.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.21 Математическая логика и теория алгоритмов

- 1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**
02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии
- 2. Профиль подготовки/специализация:** Инженерия программного обеспечения
- 3. Квалификация выпускника:** бакалавр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра вычислительной математики и прикладных информационных технологий (ВМиПИТ)
- 6. Составители программы:**
Аристова Екатерина Михайловна, к.ф.-м.н., доцент кафедры ВМиПИТ
Леденева Татьяна Михайловна, д.т.н., профессор кафедры ВМиПИТ
- 7. Рекомендована:**
научно-методическим советом факультета ПММ 15.04.2022, протокол №8
- 8. Учебный год:** 2023/2024 **Семестры:** 3
- 9. Цели и задачи учебной дисциплины:**
Цель освоения учебной дисциплины: изучение и практическое освоение основных разделов математической логики и теории алгоритмов – дисциплины, которая является базовой для формирования математической культуры современного специалиста в области информатики и информационных технологий.
Задачи учебной дисциплины: формирование терминологической базы; ознакомление с важнейшими разделами математической логики – основы правдоподобных рассуждений, и теории алгоритмов – основы для построения вычислительных методов различной природы и их реализации с помощью ЭВМ.
- 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина «Математическая логика и теория алгоритмов» входит в обязательную часть учебного плана и изучается в 3 семестре.

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 |
|-------|---|---------|---|--|
| ОПК-1 | Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и/или естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности | ОПК-1.1 | Решает типовые задачи с учетом основных понятий и общих закономерностей, сформулированных в рамках базовых дисциплин математики, информатики и естественных наук | Знать: основные понятия и общие закономерности, сформулированные в рамках базовых дисциплин математики, информатики и естественных наук Уметь: применять системный подход для формализации решения прикладных задач |
| | | ОПК-1.2 | Применяет системный подход и математические методы для формализации решения прикладных задач | Владеть: умением применять фундаментальные знания в области математических и/или естественных наук |
| ОПК-3 | Способен к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям | ОПК-3.1 | Владеет методами теории алгоритмов, методами системного и прикладного программирования, основными положениями и концепциями в области математических, информационных и имитационных моделей | Знать: теорию алгоритмов, программирование, математические, информационные и имитационные модели Уметь: разрабатывать алгоритмические и программные решения в области системного и прикладного программирования Владеть: методами теории алгоритмов, методами системного и прикладного программирования, основными положениями и концепциями в области математических, информационных и имитационных моделей |

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. (в соответствии с учебным планом) – 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 | 32 |
| | практические | 32 | 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 modus ponens). 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 резолютивного вывода. Метод резолюций. Метод резолюций для хорновских дизъюнктов. | moodle (Математическая логика) edu.vsu.ru |
| 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. | moodle (Математическая логика и теория алгоритмов) edu.vsu.ru |
| 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. | moodle (Математическая логика и теория алгоритмов) edu.vsu.ru |
| 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 резольвенты и резолютивного вывода. Метод резолюций. Метод согласия. Метод резолюций для хорновских дизъюнктов. | moodle (Математическая логика и теория алгоритмов) 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. | moodle (Математическая логика и теория алгоритмов) edu.vsu.ru |
| 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. | moodle (Математическая логика и теория алгоритмов) edu.vsu.ru |

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 | Зюзьков, В. М. Введение в математическую логику : учебное пособие / В. М. Зюзьков. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 268 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/107935 . |
| 2 | Матросов В.Л. Математическая логика: учебник для бакалавриата / В.Л. Матросов, М.С. Мирзоев. — Москва: Прометей, 2020. — 2028 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/165998 . |

б) дополнительная литература:

| № п/п | Источник |
|-------|---|
| 3 | 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. — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/447489 . |
| 4 | 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. — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/447321 . |
| 5 | Игошин В.И. Математическая логика : учебное пособие / В.И. Игошин. — Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2016. — 399 с. |

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

| № п/п | Источник |
|-------|---|
| 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 |
|-------|--|
| 8 | Аристова Е.М. Математическая логика: алгебра высказываний / Е.М. Аристова, Т.М. Леденева. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2017. — 44 с. |
| 9 | Леденева Т.М. Формальные аксиоматические теории. Исчисление высказываний / Т.М. Леденева, Е.М. Аристова. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2016. — 27 с. |
| 10 | 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.

Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Для организации занятий рекомендован онлайн-курс «Математическая логика и теория алгоритмов», 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). | ОС Windows 8 (10), интернет-браузер (Яндекс.Браузер, Mozilla Firefox), ПО Adobe Reader, пакет стандартных офисных приложений для работы с документами (MS Office, МойОфис, LibreOffice). |
| Практические занятия | |
| специализированная мебель, компьютер (ноутбук), мультимедийное оборудование (проектор, экран, средства звуковоспроизведения). | ОС Windows 8 (10), интернет-браузер (Яндекс.Браузер, Mozilla Firefox), ПО Adobe Reader, пакет стандартных офисных приложений для работы с документами (MS Office, МойОфис, LibreOffice). |

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 | ОПК-1 ОПК-3 | ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-3.1 | – |
| 2 | Исчисление высказываний | | | Контрольная работа (домашняя) |
| 3 | Исчисление предикатов | | | |
| 4 | Формализация понятия алгоритма. Некоторые классы алгоритмов. | | | Индивидуальное задание |
| 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.

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация в форме зачета осуществляется на основе оценки результатов контрольной работы, работы в классе и отчета о выполнении индивидуального задания.

Критерии оценки:

| | |
|------------|---|
| Зачтено | Решено не менее 2/3 задач из контрольной работы и выполнено индивидуальное задание. |
| Не зачтено | Решено менее 2/3 задач из контрольной работы или индивидуальное задание не выполнено. |