

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**
Факультет компьютерных наук и информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
Миронов С. В.



«31»августа2021 г.

**Рабочая программа дисциплины
Математическая логика и теория алгоритмов**




Направление подготовки бакалавриата
27.03.03 Системный анализ и управление

Профиль подготовки бакалавриата
Системный анализ и исследование операций

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Саратов,
2021

| Статус | ФИО | Подпись | Дата |
|--------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Преподаватель-разработчик | Новиков В. Е. |  | 31.08.2021 г. |
| Председатель НМК | Кондратова Ю. Н. |  | 31.08.2021 г. |
| Заведующий кафедрой | Абросимов М. Б. |  | 31.08.2021 г. |
| Специалист Учебного управления | | | 31.08.2021 г. |

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов» являются: овладение основными теоретическими знаниями и прикладными методами математической логики и теории вычислимости, которые играют фундаментальную роль в математике и в самых разнообразных ее приложениях к компьютерной науке, математической кибернетике, теории кодирования и теории информационных систем.

Задачами дисциплины являются: углубление математического образования и развитие практических навыков в области прикладной математики и информатики; формирование у студентов научного представления об основных положениях и понятиях современной математической логики; изучение теоретических основ информатики и освоение современных методов компьютерной науки.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Данная учебная дисциплина относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (Модули)» учебного плана ООП и направлена на формирование у обучающихся общепрофессиональных компетенций.

Компетенции, сформированные при изучении данной дисциплины, используются при изучении дисциплин: «Базы данных», «Языки моделирования систем».

Компетенции, сформированные при изучении данной дисциплины, могут быть полезны при изучении следующих дисциплин: «Структуры данных и алгоритмы», «Основы проектирования систем», «Методы вычислений», «Моделирование телекоммуникационных систем и компьютерных сетей».

3. Результаты обучения по дисциплине

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции | Результаты обучения |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-6. Способен разрабатывать методы моделирования, анализа и технологии синтеза процессов и систем, а также алгоритмы и программы, основанные на этих методах, пригодные для практического применения в области техники и технологии | ОПК-6.1. Знает базовые методы моделирования, основы информатики, информационных систем и технологий, алгоритмы и технологии синтеза процессов и систем. ОПК-6.2. Умеет выбирать и применять известные методы моделирования, методы анализа и синтеза процессов и систем для решения задач в области техники и технологии. ОПК-6.3. Владеет навыком разработки: методов моделирования систем; методов синтеза систем; математических моделей систем; алгоритмов | Знать базовые методы моделирования, основы информатики, информационных систем и технологий, алгоритмы и технологии синтеза процессов и систем. Уметь выбирать и применять известные методы моделирования, методы анализа и синтеза процессов и систем для решения задач в области техники и технологии. Владеть навыком разработки: методов моделирования систем; методов синтеза систем; математических моделей систем; алгоритмов и программ, пригодных для |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции | Результаты обучения |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | ритмов и программ, пригодных для практического применения в области техники и технологии. | практического применения в области техники и технологии. |
| <p>ОПК-7. Способен применять математические, системно-аналитические, вычислительные методы и программные средства для решения прикладных задач в области создания систем анализа и автоматического управления и их компонентов</p> | <p>ОПК-7.1. Знает основы теории информационных систем, информатики и программирования, структуры данных и алгоритмы, методы вычислений, методы теории автоматического управления и теории принятия решений.</p> <p>ОПК-7.2. Умеет применять программные средства, языки и методы программирования, средства разработки баз данных и интеллектуальные информационные технологии для решения прикладных задач в области создания систем анализа и автоматического управления и их компонентов.</p> <p>ОПК-7.3. Владеет навыками использования математических, системно-аналитических, вычислительных методов и программных средств для решения задач системного анализа и управления.</p> | <p>Знать основы теории информационных систем, информатики и программирования, структуры данных и алгоритмы, методы вычислений, методы теории автоматического управления и теории принятия решений.</p> <p>Уметь применять программные средства, языки и методы программирования, средства разработки баз данных и интеллектуальные информационные технологии для решения прикладных задач в области создания систем анализа и автоматического управления и их компонентов.</p> <p>Владеть навыками использования математических, системно-аналитических, вычислительных методов и программных средств для решения задач системного анализа и управления.</p> |
| <p>ОПК-8. Способен принимать научно обоснованные решения в области системного анализа и автоматического управления на основе знаний профильных разделов математики, физики, информатики, методов системного и функционального анализа, теории управления и теории знаний</p> | <p>ОПК-8.1. Знает высшую математику, физику, информатику, методы системного и функционального анализа, теорию управления и теорию знаний.</p> <p>ОПК-8.2. Умеет проводить научные исследования в области системного анализа и автоматического управления.</p> <p>ОПК-8.3. Владеет способностью принимать научно обоснованные решения в области системного анализа и автоматического управления.</p> | <p>Знать высшую математику, физику, информатику, методы системного и функционального анализа, теорию управления и теорию знаний.</p> <p>Уметь проводить научные исследования в области системного анализа и автоматического управления.</p> <p>Владеть способностью принимать научно обоснованные решения в области системного анализа и автоматического управления.</p> |

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов.

| № п/п | Раздел дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) | | | | КСР | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам) |
|-------|-------------------------------------------------------------|---------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------|-----------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | | Лекции | Практические занятия | | | | |
| | | | | | Общая трудоемкость | Из них – практическая подготовка | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| 1 | Введение. Предмет математической логики и теории алгоритмов | 2 | 1 | 2 | – | – | – | Выборочный опрос | |
| 2 | Алгебра высказываний. | | 2-4 | 6 | 4 | – | 10 | Выборочный опрос | |
| 3 | Приложения алгебры высказываний | | 5-6 | 4 | 2 | – | 10 | Выборочный опрос | |
| 4 | Алгебра предикатов | | 7-8 | 4 | 4 | – | 10 | Выборочный опрос | |
| 5 | Формальные исчисления | | 9-11 | 6 | – | – | 10 | Выборочный опрос | |
| 6 | Автоматическое доказательство теорем | | 12-13 | 4 | 4 | – | 10 | Контрольная работа | |
| 7 | Теория алгоритмов | | 14-16 | 6 | 2 | – | 10 | Выборочный опрос | |
| | Промежуточная аттестация | | | | | | | Экзамен, Контрольная работа | |
| | ИТОГО | | | 32 | 16 | – | 60 | 36 | |

Содержание дисциплины

*Введение. Предмет математической логики и теории алгоритмов
Алгебра высказываний.*

Тема 1. Понятие высказывания. Логические операции над высказываниями. Формулы. Истинностные значения формул. Тавтологии. Методы доказательства тавтологий.

Тема 2. Логическая равносильность формул. Равносильные преобразования формул.

Тема 3. Нормальные формы для формул алгебры высказываний. Логическое следование формул. Методы доказательства логического следования

формул. Семантические таблицы. Метод резолюций в логике высказываний.

Приложения алгебры высказываний.

Тема 1. Решение текстовых логических задач.

Тема 2. Построение переключательных схем.

Алгебра предикатов.

Тема 1. Понятие предиката. Перенесение на предикаты логических операций. Множество истинности предикатов, полученных при помощи логических операций. Квантор общности и существования. Их действие на предикат. Свободные и связанные переменные.

Тема 2. Формулы алгебры предикатов. Интерпретация формул алгебры предикатов. Истинностные значения формул. Равносильность. Свойства логических операций над предикатами. Равносильное преобразование формул. Предваренная нормальная форма.

Тема 3. Приложения алгебры предикатов. Применение языка логики предикатов для записи математических предложений, определений, построение отрицаний предложений.

Формальные исчисления.

Тема 1. Аксиоматическое построение логики высказываний (исчисление высказываний). Аксиомы и правила вывода. Доказуемость формул. Выводимость из гипотез. Правила выводимости. Теорема дедукции. Теорема Геделя о полноте исчисления высказываний. Непротиворечивость, полнота и разрешимость исчисления высказываний. Исчисление секвенций.

Тема 2. Аксиоматическое построение логики предикатов (исчисление предикатов). Аксиоматическая логика предикатов (аксиомы, правила вывода). Тожественная истинность выводимых формул. Теорема о дедукции. Непротиворечивость и полнота исчисления предикатов.

Тема 3. Аксиоматические теории первого порядка. Термы и формулы. Логические и специальные аксиомы. Правила вывода и доказательства теорем. Интерпретация языка теории. Истинностные значения формул в интерпретации. Модель теории. Проблемы непротиворечивости, полноты, разрешимости теорий.

Теория натуральных чисел. Язык и специальные аксиомы. Теоремы Геделя о неполноте.

Автоматическое доказательство теорем.

Тема 1. Семантические таблицы.

Тема 2. Исчисление резольвент. Нормальные формы. Скулемовские функции и приведение формул к скулемовской стандартной форме.

Эрбрановский универсум и эрбрановские интерпретации. Сведение проблемы общезначимости формул к проблеме противоречивости систем дизъюнктов. Теорема Эрбрана.

Подстановки и унификация формул. Метод резолюций для логики предикатов: резольвенты и резолютивный вывод. Теорема полноты резолютивного вывода для логики предикатов.

Теория алгоритмов.

Тема 1. Понятие и основные модели алгоритма. Разрешимые, полурешимые и перечислимые множества. Теорема Поста. Вычислимые функции.

Тема 2. Машины Тьюринга и вычисляемые ими функции. Разновидности машин Тьюринга и их вычислительная сложность.

Тема 3. Рекурсивные функции. Основные вычислимые операторы. Прimitивно рекурсивные функции и частично рекурсивные функции. Вычислимые функции.

Тема 4. Сложность вычислений. Временная и ленточная сложность машины Тьюринга. Теорема Блюма об ускорении. Распознаваемость языков машинами Тьюринга. Разрешимые, неразрешимые и распознавательные проблемы. Классы языков P и NP. Полиномиальные сведения проблем. NP-трудные и NP-полные языки. NP-полные проблемы выполнимости булевых многочленов.

План практических занятий

На практических занятиях студенты изучают методы решения задач математической логики и теории алгоритмов и получают навыки применения этих методов к решению научно-практических проблем и задач в области фундаментальной информатики и ее приложений к компьютерным наукам.

| № занятия | Тема | Задания для решения в аудитории | Задания для домашней работы |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Раздел 1. «Алгебра высказываний». Формулы алгебры высказываний. | [2], п.1.2 зад.1 (1,2), зад.2 (1,2) | [2], п.1.2 зад.1 (3,4), зад.2 (3,4) |
| 2 | Раздел 1. «Алгебра высказываний». Логическая равносильность и логическое следование формул алгебры высказываний. | [2], п.1.3 зад.2 (1,2), зад.3 (1,2); п.1.5 зад.3 (1,2) | [2], п.1.3 зад.2 (3,4), зад.3 (3,4); п.1.5 зад.3 (3,4) |
| 3 | Раздел 1. «Алгебра высказываний». Семантические таблицы и метод резолюций в логике высказываний. | [2], п.1.7 зад.1 (1,2); п.1.8 зад.2 (1,2), зад.3 (1,2) | [2], п.1.7 зад.1 (3,4); п.1.8 зад.2 (3), зад.3 (3) |
| 4 | Раздел 3. «Алгебра предикатов». Формулы алгебры предикатов | [5], 7.8 (а,б); 7.15 (а,б); 7.25 (а,б); 7.30 (а,б) | [5], 7.8 (в,г); 7.15 (в,г); 7.25 (в,г); 7.30 (в,г); |
| 5 | Раздел 3. «Алгебра предикатов». Равносильное преобразование формул алгебры предикатов. | [5], 7.33 (в,г); 7.34 (а,б); 7.57 (а,б); 7.58 (а,б) | [5], 7.33 (д,е); 7.34 (в,г); 7.57 (в,г); 7.58 (в,г) |
| 6 | Раздел 5. «Автоматическое доказательство теорем». Семантические таблицы. | Интернет-ресурс [1], упр. 1.19 (1,3,5,7); упр.1.24 (1,2) | Интернет-ресурс [1], упр. 1.19 (2,4,6,8); упр.1.24 (3,4) |
| 7 | Раздел 5. «Автоматическое доказательство теорем». Метод резолюций в логике предикатов. | Интернет-ресурс [1], упр. 1.78 (1,3); упр.1.80 (1,2); ; упр.1.81 (1,2) | Интернет-ресурс [1], упр. 1.78 (2,4); упр.1.80 (3,4); ; упр.1.81 (3,4) |

| № занятия | Тема | Задания для решения в аудитории | Задания для домашней работы |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 8 | Раздел 6. «Теория алгоритмов». Машины Тьюринга и вычисляемые ими функции. | [5], 8.2 (а,б); 8.5 (а,б); 8.6 (а,б) | [5], 8.2 (в,г); 8.5 (в,г); 8.6 (в,г) |

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

При проведении занятий по данному курсу используются следующие активные и интерактивные формы обучения: демонстрация мультимедийных презентаций, дискуссии и обсуждение спорных вопросов, метод мозгового штурма, ресурсы ЭИОС СГУ и ЗНБ СГУ.

В рамках практической подготовки по данной дисциплине используются кейс-задания, выполнение которых направлено на формирование таких профессиональных действий как применение современного математического аппарата и фундаментальных концепций при решении прикладных задач в области информационных технологий; разработка алгоритмических и программных решений в области системного анализа и теории управления. Примеры кейс-заданий приведены в фонде оценочных средств дисциплины.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии индивидуализации и дифференциации обучения, сопровождение тьюторами в образовательном пространстве. При этом основной формой организации учебного процесса является интегрированное обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья, т.е. все студенты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться с сверстниками, благодаря чему легче адаптируются в социуме.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

В рамках самостоятельной работы студенты

- 1) изучают дополнительную литературу по предмету,
- 2) при чтении лекций по соответствующим разделам дисциплины для самостоятельной работы студентов даются ссылки на источники, в которых более детально рассматривается изучаемый материал.
- 3) изучают факультативный материал для самостоятельного исследования.

Фонд оценочных средств дисциплины включает в себя задания для самостоятельной работы, задания для практических занятий, задания для контрольной работы, контрольные вопросы (для среза остаточных знаний), вопросы для проведения промежуточной аттестации (экзамен).

Фонд оценочных средств оформлен в качестве приложения к учебной рабочей программе дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов».

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---------|--------|----------------------|----------------------|------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-------|
| Семестр | Лекции | Лабораторные занятия | Практические занятия | Самостоятельная работа | Автоматизированное тестирование | Другие виды учебной деятельности | Промежуточная аттестация | Итого |
| 2 | 5 | 0 | 15 | 25 | 0 | 25 | 30 | 100 |

Программа оценивания учебной деятельности студента

2 семестр

Лекции

Посещаемость, опрос, активность и др. за один семестр – от 0 до 5 баллов.

Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

Практические занятия

Контроль выполнения заданий на практических занятиях, самостоятельность при выполнении работы, активность работы в аудитории, правильность выполнения заданий, уровень подготовки к занятиям в течение одного семестра – от 0 до 15 баллов.

Самостоятельная работа

Выполнение домашних работ в течении семестра – от 0 до 25 баллов.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности

Выполнение контрольных работ, изучение факультативного материала по дополнительным главам дисциплины, своевременность выполнения текущих и дополнительных заданий – от 0 до 25 баллов

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация представляет собой *устный экзамен*.

При проведении промежуточной аттестации

ответ на «отлично» оценивается от 21 до 30 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 11 до 20 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 6 до 10 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 5 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за второй семестр по дисциплине «Математическая логика и теория алгоритмов» составляет **100** баллов.

Таблица 2.2 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Математическая логика и теория алгоритмов» в оценку (экзамен):

| | |
|---------------|-----------------------|
| 86-100 баллов | «отлично» |
| 71-85 баллов | «хорошо» |
| 50-70 баллов | «удовлетворительно» |
| 0-49 баллов | «неудовлетворительно» |

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) литература:

1) Игошин, В. И. Математическая логика и теория алгоритмов [Текст] : учеб. пособие / В. И. Игошин. - 2-е изд., стер. - Москва : Академия, 2008. - 446, [2] с. - (Высшее профессиональное образование. Педагогические специальности). - Библиогр.: с. 435-442. - ISBN 978-5-7695-4593-1 (в пер.). ✓47

2) Молчанов, В. А. Логика высказываний [Текст] : учебное пособие для студентов факультета компьютерных наук и информационных технологий / В. А. Молчанов ; Сарат. гос. ун-т им. Н. Г. Чернышевского. - Саратов : Издательство Саратовского университета, 2014. - 60, [3] с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 59. - ISBN 978-5-292-04256-3. ✓38

3) Глухов, М. М. Математическая логика. Дискретные функции. Теория алгоритмов : учебное пособие / М. М. Глухов, А. Б. Шишков. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 416 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/168441>. Загл. с экрана. Яз. рус. ✓

4) Ершов, Ю. Л. Математическая логика [Текст] / Ю. Л. Ершов, Е. А. Палютин. - 6, испр. - Москва : Издательская фирма "Физико-математическая литература" (ФИЗМАТЛИТ), 2011. - 356 с. - ISBN 978-5-9221-1301-4 : Б. ц. URL: <http://znanium.com/go.php?id=395379>. Загл. с экрана. Яз. рус. ✓

5) Игошин, В. И. Задачи и упражнения по математической логике и теории алгоритмов [Текст] : учеб. пособие / В. И. Игошин. - 3-е изд., стер. - Москва : Академия, 2007. - 302, [2] с. - (Высшее профессиональное образование. Педагогические специальности). - Библиогр.: с. 301 (22 назв.). - ISBN 5-7695-3728-0 (в пер.). ✓48

6) Яблонский, С. В. Введение в дискретную математику [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по спец. "Прикл. математика" / С. В. Яблонский. - 3-е изд., стер. - Москва : Высш. шк., 2002. - 384 с. - (Высшая математика). - Библиогр. - ISBN 5-06-0039-51-X (в пер.). ✓45

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1) Лицензионное программное обеспечение: MicrosoftOffice, MicrosoftWindows.

2) Захаров, В. А. Математическая логика и логическое программирование. Сборник задач для самостоятельного решения [Электронный ресурс] / В. А. Захаров // Кафедра математической кибернетики, лаборатория дискретных управляющих систем и их приложений [Электронный ресурс]. URL: http://mk.cs.msu.ru/images/8/8e/MatLog_exer.pdf. Загл. с экрана. Яз. рус. ✓

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лекционных занятий необходима лекционная аудитория с возможностью демонстрации электронных презентаций при уровне освещения, достаточном для работы с конспектом.

Для проведения практических занятий необходима аудитория с доской и уровнем освещения, достаточным для работы с конспектом.

Реализация практической подготовки в рамках учебных занятий запланирована на базе кафедры теоретических основ компьютерной безопасности и криптографии и учебной лаборатории компьютерной безопасности.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 27.03.03 Системный анализ и управление и профилю подготовки «Системный анализ и исследование операций» (квалификация (степень) «бакалавр»).

Автор

Доцент кафедры теоретических основ компьютерной безопасности и криптографии кандидат физико-математических наук В. Е. Новиков

Программа одобрена на заседании кафедры теоретических основ компьютерной безопасности и криптографии от «31» августа 2021 года, протокол №1.