

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» августа 2021 г.

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

Специальность
10.05.01 Компьютерная безопасность

Специализация
Математические методы защиты информации

Квалификация выпускника
Специалист по защите информации

Форма обучения
Очная

Саратов,
2021

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Гамова А. Н.		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

Целью освоения дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов» является: овладение основными идеями и методами классической логики, как инструмента построения доказательств в математических дисциплинах, а также понятиями эффективности алгоритмов и вычислений.

Изучаются разделы: исчисление высказываний, исчисление предикатов; приложения математической логики в теории булевых функций; k -значные булевы функции; псевдобулевы функции и их представление рядами Фурье; теория доказательств (аксиоматические системы исчисления высказываний и предикатов; принцип резолюции); представление о теориях и моделях языков 1-го порядка; машины Тьюринга и частично рекурсивные функции Клини; приложение теории алгоритмов к исследованию систем; алгоритмически неразрешимые проблемы.

В процессе изучения курса студенты получают навыки применения современного аксиоматического метода в разных областях математики; методов теории моделей и теории алгоритмов для исследования свойств математических теорий; аппарата булевых функций в теории кодирования и криптологии; машины Тьюринга в качестве основной вычислительной модели в теории сложности вычислений.

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 универсальной и общепрофессиональной компетенций.

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в результате освоения школьных курсов математики и информатики.

Компетенции, сформированные при изучении данной дисциплины, используются при изучении дисциплин «Дискретная математика», «Теория информации», «Сложность вычислений», «Введение в криптоанализ», «Криптографические свойства булевых функций».

3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.	1.1.УК-1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними. 1.2.УК-1. Осуществляет поиск алгоритмов решения поставленной проблемной	Знать: основные методы и средства анализа проблемных ситуаций. Уметь: на основе системного подхода вырабатывать стратегию действий. Владеть: в рамках

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
	<p>ситуации на основе доступных источников информации. Определяет в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей детальной разработке. Предлагает способы их решения.</p> <p>1.3.УК-1. Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности</p>	<p>выбранного алгоритма выделять задачи, подлежащие дальнейшей детальной разработке.</p>
<p>ОПК-3. Способен на основании совокупности математических методов разрабатывать, обосновывать и реализовывать процедуры решения задач профессиональной деятельности.</p>	<p>ОПК-3.1.3 знает основные понятия математической логики, теории дискретных функций и теории алгоритмов, а также возможности применения общих логических принципов в математике и профессиональной деятельности; язык и средства современной математической логики и теории логических исчислений; основные способы задания булевых функций и функций многозначной логики формулами и их свойства; различные подходы к определению понятия алгоритма, методы доказательства алгоритмической неразрешимости и методы построения эффективных алгоритмов;</p> <p>ОПК-3.2.3 умеет производить основные</p>	<p>Знать: основные понятия математической логики, теории дискретных функций и теории алгоритмов, а также возможности применения общих логических принципов в математике и профессиональной деятельности; язык и средства современной математической логики и теории логических исчислений; основные способы задания булевых функций и функций многозначной логики формулами и их свойства; различные подходы к определению понятия алгоритма, методы доказательства алгоритмической неразрешимости и методы построения эффективных алгоритмов.</p> <p>Уметь: производить основные логические</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
	логические операции в исчислении высказываний и исчислении предикатов; находить и исследовать свойства представлений булевых и многозначных функций формулами в различных базисах; оценивать сложность алгоритмов и вычислений; применять методы математической логики и теории алгоритмов к решению задач математической кибернетики; ОПК-3.3.3 владеет навыками использования языка современной символической логики; навыками упрощения формул алгебры высказываний и алгебры предикатов; навыками применения методов и фактов теории алгоритмов, относящимися к решению переборных задач.	операции в исчислении высказываний и исчислении предикатов; находить и исследовать свойства представлений булевых и многозначных функций формулами в различных базисах; оценивать сложность алгоритмов и вычислений; применять методы математической логики и теории алгоритмов к решению задач математической кибернетики. Владеть: навыками использования языка современной символической логики; навыками упрощения формул алгебры высказываний и алгебры предикатов; навыками применения методов и фактов теории алгоритмов, относящимися к решению переборных задач.

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)					Формы текущего контроля успеваемости и (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия		ИКР	СР	
					Общая трудоёмкость	Из них – практическая подготовка			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Введение	1	1	1	–	–	–	–	Контрольная

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия		ИКР	СР	
					Общая трудоёмкость	Из них – практическая подготовка			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	Исчисления		1–10	18	18	–	2	12	работа на 7-й неделе
3	Языки, теории и модели 1-го порядка.		10–11	3	2	–	–	9	Коллоквиум на 16-й неделе
4	Теория алгоритмов. Машины Тьюрига. Нормальные алгоритмы Маркова. Частично вычислимые функции.		12-16	10	16	–	2	9	
5	Теория сложности вычислений		17	2	–	–	–	1	
6	Неклассические логики		18	2	–	–	–	1	
			Промежуточная аттестация						
ИТОГО				36	36	–	4	32	36

Содержание дисциплины

Введение. История становления математической логики. Предмет математической логики. Роль математической логики по отношению к другим математическим наукам.

Исчисления. 1) *Исчисление высказываний.* Алгебра высказываний. Логические законы. Основные теоремы логики высказываний. Приложения логики высказываний в теории булевых функций. Нормальные формы. Полнота и замкнутость систем булевых функций. Теорема о функциональной полноте. Релейно-контактные схемы. Аксиоматические системы исчисления высказываний. Теорема о дедукции. Теорема Геделя о полноте исчисления высказываний. Теория моделей исчисления высказываний. 2) *Исчисление предикатов.* Предикаты.

Истинностные таблицы предикатных формул. Условия перенесения теорем логики высказываний на предикатные формулы. Аксиоматические системы исчисления предикатов. Теорема о дедукции. Принцип резолюции.

Языки, модели и теории 1-го порядка. Обобщенная теорема о полноте. Теорема о компактности. Примеры теорий 1-го порядка. Реляционная алгебра и реляционное исчисление.

Теория алгоритмов. Уточнение понятия алгоритма и вычислимости. Интуитивное понятие алгоритма. Машина Тьюринга, как уточнение интуитивного алгоритма. Нормальные алгоритмы Маркова. Частично рекурсивные функции Клини. Тезис Черча. Класс примитивно рекурсивных функций. Теоремы замкнутости для класса примитивно рекурсивных множеств и предикатов. Возвратная рекурсия. Функции на n -ках. Канторовская нумерация. Рекурсивно перечислимые множества и предикаты. Н.и д. условия рекурсивной перечислимости. Теоремы замкнутости для класса рекурсивно перечислимых множеств и предикатов. Порожденные множества. Рекурсия второй степени. Универсальные функции. Теорема Клини о нормальной форме частично рекурсивных функций. Неразрешимые теории. Приложение теории алгоритмов к исследованию систем.

Теория сложности вычислений. Меры сложности. Теорема об ускорении.

Неклассические логики. K -значные логики. 1-я и 2-я формы k -значной логики. Критерии полноты. Псевдобулевы функции и их представление рядами Фурье.

План практических занятий

На практических занятиях студенты осваивают практические навыки использования логики, как средства доказательства, а также приложений логики в математических областях. Задания выдаются по книге [2].

№ занятия	Тема	Задания для решения в аудитории	Задания для домашней работы
1	2	3	4
1	Исчисление высказываний. Алгебра высказываний.	Упражнения к главе 1, раздел 1, стр.1-12, № 1-3. 7.	Упражнения к главе 1, раздел 1, стр.1-12, 4-6, 8-9.
2-5	Приложения алгебры высказываний.	Упражнения к главе 1, раздел 1, стр. 13-18.	Упражнения к главе 1, раздел 1, стр.14, № 1-7.
6	Аксиоматическая система в исчислении высказываний	Стр. 27.№ 1-6	Стр. 27.№ 7-8/
7	Логика предикатов. Истинностные таблицы. Канонические формы.	Стр. 34, № 1-8	Стр.35, № 9-17
8	Аксиоматическая система исчисления предикатов. Формальная арифметика.	Стр. 42-43, № 1-9. Стр.49-50, № 3..	Стр. 50, № 4-6..

№ занятия	Тема	Задания для решения в аудитории	Задания для домашней работы
1	2	3	4
9	Алгоритмы. Машина Тьюринга.	Стр.58, № 1,3.	Стр.58, № 4-9..
10- 14	Частично рекурсивные функции. Класс примитивно рекурсивных функций. Канторовская нумерация.	Стр.58, № 19-13. Стр.60, №1.	Стр.58, № 14-16..Стр.60, № 2..
15-16	Рекурсивно перечислимые множества и предикаты. Универсальные функции	Стр.62-63, №1-8.	Стр. 66,№1-6.
17-18	Сложность вычислений. Меры сложности. Классы сложности.	Стр.72, № 8-9.	Стр.72, №10-12.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

Предусматривается широкое использование в учебном процессе таких образовательных технологий как использование методических материалов сайта кафедры теоретических основ компьютерной безопасности и криптографии, тестирование и использование материалов курса «Математическая логика и теория алгоритмов» на портале course.sgu.ru.

Иная контактная работа представляет собой индивидуальные консультации, оказываемые очно и дистанционно с использованием информационных и телекоммуникационных технологий с учётом образовательных возможностей обучающихся.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуализации 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 смешенных группах, имеют возможность постоянно общаться со 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. При чтении лекций по соответствующим разделам дисциплины даются ссылки на источники, в которых более детально рассматривается материал.

2) занимаются научно-исследовательской работой.

Фонд оценочных средств дисциплины включает в себя задания для самостоятельной работы, задания для практических занятий, кейс-задания, задания для контрольной работы, контрольные вопросы, 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
1	16	0	30	20	0	14	20	100

Программа оценивания учебной деятельности студента

1 семестр

Лекции

Посещаемость, опрос, активность и др. за один семестр – от 0 до 16 баллов.

Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

Практические занятия

Контроль выполнения практических заданий в течение одного семестра – от 0 до 30 баллов.

Самостоятельная работа

Выполнение домашних работ в течение семестра – от 0 до 20 баллов.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности

Выполнение факультативных заданий, изучение факультативного материала по дополнительным главам дисциплины выполнения текущих и дополнительных заданий, контрольная работа – от 0 до 14 баллов

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация представляет собой экзамен по оценке теоретических и практических знаний по курсу «Математическая логика и теория алгоритмов».

При проведении промежуточной аттестации

ответ на «отлично» оценивается 16 до 20 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 13 до 15 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 9 до 12 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 8 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за первый 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

81-100 баллов	«отлично»
70-80 баллов	«хорошо»
50-69 баллов	«удовлетворительно»
0- 49 баллов	«неудовлетворительно»

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) литература:

1) Гамова, А. Н. Сложность вычислений [Текст] : учебное пособие для студентов и магистров факультета компьютерных наук и информационных технологий / А. Н. Гамова ; Саратов. гос. ун-т им. Н. Г. Чернышевского. - Саратов : Издательство Саратовского университета, 2015. - 79, [4] с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 81 (6 назв.). - ISBN 978-5-292-04343-0.

2) Гамова, А. Н. Математическая логика и теория алгоритмов [Текст] : учеб. пособие для студентов мех.-мат. фак. и фак. компьютер. наук и информ. технологий / А. Н. Гамова. - 2-е изд., доп. - Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2000. - 78, [2] с. - Библиогр. - ISBN 5-292-02515-1.

3) Гамова, А. Н. Математическая логика и теория алгоритмов [Текст] : учеб. пособие для студентов мех.-мат. фак. и фак. компьютер. наук и информ. технологий / А. Н. Гамова. - 4-е изд., доп. - Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2020. - 90 [2] с. - Библиогр. - ISBN 5-292-04648-6.

3) 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.).

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1) Лицензионное программное обеспечение: Microsoft Office, Microsoft Windows.

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 лекционная аудитория с возможностью демонстрации электронных презентаций при уровне освещения, достаточном для работы с конспектом.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 10.05.01 Компьютерная безопасность и специализации «Математические методы защиты информации» (квалификация «Специалист по защите информации»).

Автор

Доцент кафедры теоретических основ компьютерной безопасности и криптографии к. ф.-м. н., доцент

А. Н. Гамова

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