

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт вычислительной математики и информационных технологий



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Математическая логика и теория алгоритмов

Направление подготовки: 02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

Профиль подготовки: Фундаментальная информатика и информационные технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. Михайлов В.Ю. (кафедра системного анализа и информационных технологий, отделение фундаментальной информатики и информационных технологий), Valery.Mikhailov@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- стандартные методы представления и обработки информации;
- проблематику формализации задач и описания ее с помощью логико-математических языков;
- синтаксис и семантику языков логики высказываний и логики предикатов;
- основные модели алгоритмов.

Должен уметь:

- ориентироваться в различных методах проверки логических следствий;
- использовать готовые библиотеки проверки выполнимости;
- решать стандартные задачи на основных моделях алгоритмов.

Должен владеть:

- теоретическими знаниями основ математической логики и теории алгоритмов и навыками применения этих областей для решения практических задач.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- строить формальные доказательства и выводы в исчислении предикатов

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.03.05 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 02.03.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии (Фундаментальная информатика и информационные технологии)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 72 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 36 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 36 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 3 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
1.	Тема 1. Исчисление высказываний. Аксиоматическая система ИВ. Непротиворечивость и полнота исчисления высказываний.	3	6	0	0	0	6	0	6
2.	Тема 2. Исчисление предикатов. Формулы. Интерпретации. Общезначимость. Теория доказательств. Предварённая нормальная форма. Полнота и непротиворечивость.	3	6	0	0	0	6	0	6
3.	Тема 3. Исчисление с равенством. Формальные доказательства в исчислении с равенством. Неклассические логики.	3	6	0	0	0	6	0	6
4.	Тема 4. Проблемы разрешимости. Разрешимость теории равенства. Неразрешимость узкого исчисления предикатов. Теорема Лёвенгейма-Скулема.	3	6	0	0	0	6	0	6
5.	Тема 5. Введение в теорию алгоритмов. Тезис Черча. Рекурсивные функции и предикаты. Неразрешимые проблемы.	3	6	0	0	0	6	0	6
6.	Тема 6. Тьюринговая сводимость. Проблема Поста. Креативные и продуктивные множества.	3	6	0	0	0	6	0	6
Итого			36	0	0	0	36	0	36

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Исчисление высказываний. Аксиоматическая система ИВ. Непротиворечивость и полнота исчисления высказываний.

Высказывания. Логические операции. Формулы. Таблицы истинности. Общезначимые формулы. Логическое следование. Нормальные формы. Аксиоматическая система исчисления высказываний. Доказуемость и выводимость. Теорема о дедукции. Правила введения и удаления логических связей. Непротиворечивость и полнота исчисления высказываний. Анализ рассуждений на естественном языке.

Тема 2. Исчисление предикатов. Формулы. Интерпретации. Общезначимость. Теория доказательств. Предварённая нормальная форма. Полнота и непротиворечивость.

Логика предикатов. Кванторы. Свободные и связанные переменные. Формулы. Интерпретации. Общезначимость. Логическое следование. Теория доказательств. Аксиомы и правила вывода. Теорема дедукции в исчислении предикатов. Предварённая нормальная форма. Полнота и непротиворечивость относительно классической семантики. Теорема Эрбрана.

Тема 3. Исчисление с равенством. Формальные доказательства в исчислении с равенством. Неклассические логики.

Построение исчисления предикатов с равенством. Функции, термы. Аксиомы равенства. Формальные доказательства в исчислении с равенством. Введение в неклассические логики. Интуиционистская логика, особенности ее построения и использования. Конструктивная семантика. Теорема о корректности интуиционистской логики относительно конструктивной семантики.

Тема 4. Проблемы разрешимости. Разрешимость теории равенства. Неразрешимость узкого исчисления предикатов. Теорема Лёвенгейма-Скулема.

Проблемы разрешимости. Разрешимость сингулярного исчисления. Задача Порецкого. Теорема Эрбрана. Разрешимость теории равенства. Теорема Лёвенгейма-Скулема. Алгоритм Дэвиса-Патнем. Метод резолюций. Теоремы о корректности и полноте метода резолюций. Стратегии метода резолюций. Линейный вывод и лок-резолюция.

Тема 5. Введение в теорию алгоритмов. Тезис Черча. Рекурсивные функции и предикаты. Неразрешимые проблемы.

Неформальное понятие алгоритма. Машины Тьюринга. Рекурсивные функции. Теорема о совпадении класса рекурсивных функций и функций, вычислимых на машинах Тьюринга.

Неразрешимые проблемы. Неразрешимость проблемы остановки.

Неразрешимость узкого исчисления предикатов. Доказательство неразрешимости задач сведения к проблеме выполнимости формул логики предикатов.

Тема 6. Тьюринговая сводимость. Проблема Поста. Креативные и продуктивные множества.

Нормальные алгоритмы Маркова. Доказательство эквивалентности вычислимости по Тьюрингу, вычислимости по Маркову и рекурсивной вычислимости. Анализ сложности вычислений по Тьюрингу и по Маркову.

Сильные и слабые сводимости. Креативные и m -полные множества. Существование m -полного множества.

Продуктивные множества. Простые множества Поста.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99б/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Интернет-портал образовательных ресурсов по ИТ - <http://www.intuit.ru/>

Интернет-портал с научными ресурсами по математическим наукам - <http://www.mathnet.ru/>

Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/defaultx.asp>

Научная электронная библиотека КиберЛенинка - <https://cyberleninka.ru/>

Цифровой образовательный ресурс "Математическая логика и теория алгоритмов" - <https://stepik.org/course/48679>

Цифровой образовательный ресурс "Математическая логика", МФТИ - <https://openedu.ru/course/mipt/MLTA/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Конспект каждой лекции будет рассылаться студентам за неделю до проведения лекции. Рекомендуется ознакомиться с конспектом и сформулировать возникающие вопросы, которые затем задать на самой лекции. Кроме самого конспекта полезно ознакомиться с освещением темы лекции в рекомендованной литературе, особенно в англоязычной.
лабораторные работы	При выполнении лабораторной работы необходимо ознакомиться с рекомендованной литературой, особенно по применению логики высказываний для решения переборных задач. Особое внимание следует уделить ознакомлению с библиотеками программ, в которых реализованы методы построения БДД формул логики высказываний и алгоритм проверки выполнимости DPPL.
самостоятельная работа	Ознакомиться с рекомендованной литературой и библиотеками программ решения логических задач. Использовать эти библиотеки при решении практических задач большой размерности. Основной целью самостоятельной работы должно стать освоение навыка записи содержательных задач из различных областей на логико-математических языках.
экзамен	Экзамен письменный. Продолжительность 60 минут. Рекомендуется распределять время таким образом: 15 мин - задача и по 20 мин на каждый теоретический вопрос. Изложение должно быть кратким, но содержать все необходимые определения и формулировки теорем и алгоритмов. Для получения отличной оценки ответ должен содержать и доказательства соответствующих теорем.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 02.03.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" и профилю подготовки "Фундаментальная информатика и информационные технологии".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.О.03.05 Математическая логика и теория алгоритмов

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

Профиль подготовки: Фундаментальная информатика и информационные технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Основная литература:

1. Пруцков, А. В. Математическая логика и теория алгоритмов : учебник / А. В. Пруцков, Л. Л. Волкова. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2023. - 152 с. - ISBN 978-5-906818-74-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2038241> (дата обращения: 14.01.2025). - Режим доступа: по подписке.
2. Игошин, В.И. Сборник задач по математической логике и теории алгоритмов : учебное пособие / В.И. Игошин. - Москва : КУРС ; ИНФРА-М, 2019. - 392 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-906818-08-9 (КУРС); ISBN 978-5-16-011429-3 (ИНФРА-М, print); ISBN 978-5-16-103684-6 (ИНФРА-М, online). - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/986940> (дата обращения: 14.01.2025). - Режим доступа: по подписке.
3. Игошин, В. И. Математическая логика : учебное пособие / В. И. Игошин. - Москва : ИНФРА-М, 2024. - 399 с.- (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-019779-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2137011> (дата обращения: 14.01.2025). - Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература:

1. Игошин, В. И. Теория алгоритмов : учебное пособие / В. И. Игошин. - Москва : ИНФРА-М, 2019. - 318 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-005205-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/968714> (дата обращения: 14.01.2025). - Режим доступа: по подписке.
2. Математическая логика и теория алгоритмов : учебное пособие / сост. А. Н. Макоха [и др.]. - Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2017. - 418 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/155290> (дата обращения: 14.01.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Верещагин, Н. К. Лекции по математической логике и теории алгоритмов : учебное пособие / Н. К. Верещагин, А. Шень. - 3-е изд., доп. - Москва : МЦНМО, [б. г.]. - Часть 2 : Языки и исчисления - 2008. - 288 с. - ISBN 978-5-94057-322-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/9307> (дата обращения: 14.01.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Верещагин, Н. К. Лекции по математической логике и теории алгоритмов : учебное пособие / Н. К. Верещагин, А. Шень. - 3-е изд., стер. - Москва : МЦНМО, [б. г.]. - Часть 1 : Начала теории множеств - 2008. - 128 с. - ISBN 978-5-94057-321-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/9306> (дата обращения: 14.01.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.О.03.05 Математическая логика и теория алгоритмов

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

Профиль подготовки: Фундаментальная информатика и информационные технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.