

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДЕНО:
Директор
А. В. Замятин

Рабочая программа дисциплины

Математическая логика и теория алгоритмов

по направлению подготовки

09.03.03 Прикладная информатика

Направленность (профиль) подготовки:
Искусственный интеллект и большие данные

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
С.П. Сущенко

Председатель УМК
С.П. Сущенко

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-7 Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-7.1 Использует методы построения и анализа алгоритмов при проектировании и разработке программных систем

ИОПК-7.2 Использует фундаментальные знания для реализации алгоритмов пригодных для практического применения в области информационных систем и технологий

ИОПК-7.3 Разрабатывает алгоритмы и программы при решении задач профессиональной деятельности

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить аппарат логики высказываний, логики предикатов первого порядка и теории алгоритмов.

– Научиться применять понятийный аппарат логики для решения практических задач профессиональной деятельности.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы. Дисциплина входит в модуль Модуль «Математика».

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Второй семестр, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: дискретная математика.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

-лекции: 16 ч.

-практические занятия: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

1. Основы логики высказываний

Введение в логику Буля. Множества. Операции над множествами. Диаграммы Эйлера – Венна для представления логических операций.

Высказывание. Операции над высказываниями: отрицание, конъюнкция, дизъюнкция, импликация, эквивалентность. Истинностные таблицы. Контактная схема. Пропозициональные буквы, связи и формы (формулы логики высказываний). Построение таблиц истинности. Упрощения в записях пропозициональных форм.

2. Методы анализа выполнимости и общезначимости формул

Тавтология и противоречие. Выполнимая пропозициональная форма. Проблема разрешимости алгебры высказываний. Равносильность пропозициональных форм. Дизъюнктивная и конъюнктивная нормальные формы. Совершенные нормальные формы, табличный и аналитический методы их нахождения.

3. Предикаты и формулы логики предикатов.

Понятие предиката. Операции над предикатами. Квантор всеобщности и квантор существования. Термы, элементарные формулы и формулы логики предикатов. Свободные и связанные переменные. Замкнутые формулы. Замыкание формулы. Логически общезначимые формулы, противоречия. Выполнимые и равносильные формулы. Правила перенесения отрицания через кванторы. Правила перестановки кванторов. Правила переименования связанных переменных. Правила вынесения кванторов за скобки. Предваренная нормальная форма.

4. Логическое следствие и метод резолюций

Логическое следствие и проблема дедукции в логике высказываний и логике предикатов. Литералы, дизъюнкты, резольвента дизъюнктов. Метод резолюций в логике высказываний: метод насыщения уровней, стратегия вычеркивания, лок-резолюция, метод резолюций для хорновских дизъюнктов. Метод резолюций в логике предикатов.

5. Понятие нормального алгоритма (алгоритма Маркова). Машина Тьюринга, ее задание. Алгоритм Тьюринга.

Неформальное понятие алгоритма, его основные черты и свойства. Алфавит, слова, алгоритм в алфавите. Вполне эквивалентные алгоритмы. Определение нормального алгоритма (алгоритма Маркова). Операции над алгоритмами: композиция, соединение, разветвление и повторение алгоритмов. Машина Тьюринга, ее задание. Алгоритм Тьюринга. Вычислимость по Тьюрингу. Связь между машинами Тьюринга и нормальными алгоритмами.

6. Сложность вычислений с помощью алгоритмов. Примеры алгоритмов

Основная гипотеза теории алгоритмов (тезис Черча). Проблема алгоритмической разрешимости. Примеры алгоритмически неразрешимых массовых проблем. Понятие о сложности вычислений: сложность описания алгоритма, сложность исходных данных и сложность применения алгоритма к исходным данным. Временная сложность вычислений (алгоритма). Полиномиальные алгоритмы и задачи. Классификация задач по сложности. Классы задач P и NP. NP-полные и NP-трудные задачи.

Примеры алгоритмов. Рекурсивные алгоритмы. Методы сортировки.

6. Неклассические логики (дополнительная тема)

Трехзначные логики. Трехзначная логика Лукасевича. Трехзначные логики Рейхенбаха, Бочвара и Клини. Многозначные логики. Модальные логики. Нечеткие высказывания. Лингвистическая переменная. Временные (темпоральные) логики.

9. Дедуктивные теории (дополнительная тема)

Понятие об эффективных и полужффективных процессах (методах). Задание дедуктивных теорий. Свойства дедуктивных теорий: непротиворечивость, полнота, независимость аксиом теории, разрешимость. Формальные аксиоматические теории. Вывод, теорема, следствие в теории. Примеры формальных аксиоматических теорий: исчисление высказываний, исчисление предикатов первого порядка.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, подготовленного эссе, тестовых заданий, выполнения индивидуальных домашних работ, проведения контрольных работ и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет во втором семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из трех частей. Продолжительность зачета 1 час.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «LMS IDO» - lms.tsu.ru/course/view.php?id=36273

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План практических занятий по дисциплине.

- 1) Выполнение операций над множествами, используя диаграммы Эйлера – Венна. Формализация задач на языке логики высказываний. Таблицы истинности. (1 час.)
- 2) Упрощения в записях пропозициональных форм. (2 часа.)
- 3) Совершенные нормальные пропозициональные формы. (3 часа.)
- 4) Формализация задач на языке логики предикатов и преобразование формул. (2 часа.)
- 5) Решение задач методом резолюций. Контрольная работа. (3 часа.)
- 6) Построение алгоритмов Маркова и Тьюринга. (3 часа.)
- 7) Контрольная работа по теме «Алгоритмы Маркова и Тьюринга». (2 часа.)

г) Методические указания по выполнению ИДЗ.

Необходимые материалы расположены <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=36273> и приведены в ОМД. Представлены примеры решения и оформления ИДЗ по темам:

- 1) Упрощения в записях пропозициональных форм,
- 2) Совершенные нормальные пропозициональные формы,
- 3) Преобразование формул предикатов.

д) Методические указания по выполнению контрольных работ

Необходимые материалы расположены <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=36273> и приведены в ОМД. Представлены примеры решения и оформления контрольных работ по темам:

- 1) Решение задач методом резолюций,
- 2) Алгоритмы Маркова и Тьюринга.

е) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

Материалы лекций доступны в ЭК для проработки и последующего использования для выполнения ИДЗ, КР, тестов, эссе (<https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=36273>).

Предложены темы для написания эссе:

- 1) Методы построения совершенной формы (СДНФ, СКНФ).
- 2) Основные различия методов резолюций (метод насыщения уровня, стратегия вычеркивания, лок-резолюция, табличный метод хорновских дизъюнктов.
- 3) Машина Тьюринга, ее общее описание и задание. Пример.
- 4) Нормальный алгоритм (алгоритм Маркова) его общее описание и задание. Пример.
- 5) Классификация задач по сложности. Классы задач P и NP. NP-полные и NP-трудные задачи и их особенности.
- 6) Неформальные логики
- 7) Дедуктивные теории, их классификация. Свойства дедуктивных теорий.

Выбираются две темы (одна тема из списка 1-4 и одна тема из списка 5-7). По всем указанным темам представлен необходимый материал (<https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=36273>).

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Курс математической логики и теории вычислимости : учебное пособие : [для студентов по направлению подготовки "Компьютерные и информационные науки", "Информатика и вычислительная техника" и др.] / А. С. Герасимов. Санкт-Петербург [и др.] : Лань , 2014. 409 с.: ил., табл.
2. Теоретические основы информатики : для бакалавров и специалистов : [учебное пособие по дисциплине "Информатика" для студентов высших учебных заведений] / А. А. Забуга. Санкт-Петербург [и др.] : Питер , 2014. 205 с.: ил., табл. 24 см.
3. Судоплатов, Сергей Владимирович. Математика: математическая логика и теория алгоритмов : учебник и практикум для спо / С. В. Судоплатов, Е. В. Овчинникова. // 5-е изд. — Электрон. дан. — Москва : Юрайт, 2020. — 255 с. — (Профессиональное образование).. — URL: <https://urait.ru/bcode/456883>

б) дополнительная литература:

1. Гринченков, Дмитрий Валерьевич. Математическая логика и теория алгоритмов для программистов : учебное пособие / Д. В. Гринченков, С. И. Потоцкий. — Москва: КноРус, 2013. — 206 с.. — Библиогр.: с. 205-206.. — ISBN 978-5-406-02434-8.
2. Пруцков, Алексей Викторович. Математическая логика и теория алгоритмов : Учебник / Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина; Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана // 1. — Москва : ООО "КУРС", 2018. — 152 с. — ВО - Бакалавриат. — ISBN 978-5-906818-74-4. — ISBN 978-5-16-105018-7. — ISBN 978-5-16-012180-2.. — URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=309231>
3. Игошин, Владимир Иванович. Математическая логика : учебное пособие / В. И. Игошин. — Москва: Инфра-М, 2019. — 398 с.. — Высшее образование - Бакалавриат. — Библиогр.: с. 389-392.. — ISBN 978-5-16-011691-4.

в) ресурсы сети Интернет:

1. Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : электрон.-библиотечная система. — Электрон. дан. — СПб., 2015- . — URL: <http://e.lanbook.com/>
2. Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ [Электронный ресурс] . — Электрон. дан. — Томск, 2015- . URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс] / Научно-издательский центр Инфра-М. – Электрон. дан. – М., 2015- . URL: <http://znanium.com/>

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешенном формате («Актру»).

15. Информация о разработчиках

Шефер Ольга Владимировна, д.ф.-м.н., доцент, кафедра программной инженерии, профессор.