

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор

по учебной работе

_____ Э.Ю. Майкова

« _____ » _____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»
«Математическая логика и теория алгоритмов»

Направление подготовки бакалавров 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль) – Промышленная информатика

Типы задач профессиональной деятельности – производственно-технологический, научно-исследовательский, проектно-конструкторский

Форма обучения – очная

Факультет информационных технологий

Кафедра «Автоматизация технологических процессов»

Тверь 2023

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки бакалавров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы: доцент кафедры АТП

П.К. Кузин

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АТП

« ____ » _____ 2023 г., протокол № ____.

Заведующий кафедрой АТП

Б.И. Марголис

Согласовано:

Начальник учебно-методического
отдела УМУ

Е.Э. Наумова

Начальник отдела
комплектования
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

1. Цели и задачи дисциплины

Основной целью изучения дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов» является формирование у студентов логического и алгоритмического мышления, а также умения построения правильных рассуждений с использованием понятия логического вывода.

Задача дисциплины – формирование навыков построения логических выводов, а также приобретение навыков разработки алгоритмов.

2. Место дисциплины в образовательной программе

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 ОП ВО. Для освоения курса требуется умение использовать знания, полученные при изучении дисциплины «Дискретная математика».

Знания, полученные при изучении данной дисциплины, являются базовыми для изучения дисциплин: «Теория автоматов», «Технологии программирования».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенции, закрепленные за дисциплиной в ОХОП:

ОПК-2. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-2.1. Использует современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства на всех этапах разработки и решения базовых задач управления в технических системах.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

31. Методы логического анализа информации.

32. Требования, предъявляемые к алгоритмам.

Уметь:

У1. Решать задачи логического анализа причинно-следственных связей.

У2. Записывать математические и технические определения на языке логики предикатов.

У3. Разрабатывать алгоритмы и программы для машины Тьюринга.

ОПК-9. Способен осваивать методики использования программных средств для решения практических задач.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-9.2. Использует пакеты прикладных программ для решения задач в различных областях.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

31. Компьютерные технологии и пакеты прикладных программ, используемые для синтеза нечетких систем управления.

Уметь:

У1. Использовать пакеты прикладных программ для разработки базы данных нечеткой системы управления.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных занятий, выполнение лабораторных работ, самостоятельная работа под руководством преподавателя.

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
Общая трудоемкость дисциплины	4	144
Аудиторные занятия (всего)		45
В том числе:		
Лекции		30
Практические занятия (ПЗ)		не предусмотрены
Лабораторные работы (ЛР)		15
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		63+36 (экз.)
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к защите лабораторных работ		63
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)	1	36 (экз.)
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		0

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины

Таблица 2. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование Модуля	Труд-ть, часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
1	Логика высказываний	29	6		3	11+9 (экз.)
2	Логика предикатов	29	6		3	11+9 (экз.)
3	Формальные системы	29	6		3	11+9 (экз.)
4	Основы теории алгоритмов	57	12		6	30+9 (экз.)
Всего на дисциплину		144	30		15	63+36 (экз.)

5.2. Содержание дисциплины

Модуль 1 «Логика высказываний»

Понятие высказывания. Операции над высказываниями и основные законы логики высказываний. Логическое следование. Неклассические логики. Трехзначная логика. Построение таблиц истинности функций в трехзначной логике. Нечеткая логика. Построение таблиц значений функций в нечеткой логике. Структура нечетких систем автоматического управления.

Модуль 2 «Логика предикатов»

Предикаты. Понятие предиката, равносильность предикатов. Логические операции над предикатами, свойства операций. Кванторы, их свойства. Определение квантора, свободные и связанные переменные, область действия квантора. Синтаксис и семантика языка логики предикатов. Свойства кванторов. Приведенная нор-

мальная форма. Запись высказываний и утверждений на языке логики предикатов. Математические понятия и утверждения на языке логики предикатов.

Модуль 3 «Формальные системы»

Понятие формальной системы. Непротиворечивость и полнота формальных систем. Аксиоматические формальные системы. Понятие формального вывода. Построение вывода в формальных системах. Аксиоматическая формальная система исчисления высказываний. Понятие вывода в исчислении высказываний. Теорема дедукции. Аксиоматическая формальная система исчисления предикатов. Интерпретация, выполнимые и общезначимые формулы. Сведение предикатных формул от одной переменной к высказываниям. Метод резолюций. Метод резолюций в исчислении предикатов.

Модуль 4 «Основы теории алгоритмов»

Понятие алгоритма. Формализация понятия алгоритма. Понятие алгоритмической системы. Требования, предъявляемые к алгоритмам. Алгоритмически неразрешимые проблемы. Три основные части классической машины Тьюринга. Элементарный шаг, команда и программа машины Тьюринга. Кодирование исходных данных и результатов. Построение машин Тьюринга, вычисляющих числовые функции. Составление программ и построение машин Тьюринга, вычисляющих предикаты. Рекурсивные функции. Числовые n -местные функции, простейшие функции. Операторы суперпозиции и примитивной рекурсии, примитивно рекурсивные функции. Оператор минимизации, частично рекурсивные и общерекурсивные функции. Тезис Черча.

5.3. Лабораторные работы

Таблица 3. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ	Наименование лабораторных работ	Трудоем- кость в часах
Модуль 1 Цель: овладение навыками исследования причинно-следственных связей в логике высказываний	Исследование высказываний на логическое следование	2
	Синтез нечеткого регулятора на основе нечеткой логики	1
Модуль 2 Цель: овладение навыками записи математических определений и понятий на языке логики предикатов	Формализация записи математических и технических определений на языке логики предикатов	2
Модуль 3 Цель: приобретение навыков построения вывода в формальных системах и доказательства выводимости	Построение формальных систем	1
	Построение вывода в исчислении высказываний	3
	Построение интерпретаций и анализ формул исчисления предикатов на выполнимость и общезначимость	1
Модуль 4 Цель: овладение навыками составления программ и построения машин Тьюринга, вычисляющих числовые функции и предикаты	Построение машин Тьюринга, вычисляющих числовые функции	2
	Построение машин Тьюринга, вычисляющих предикаты	2
	Построение функций по схеме примитивной рекурсии	1

5.4. Практические занятия

Учебным планом практические занятия по дисциплине не предусмотрены.

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости

6.1. Цели самостоятельной работы

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к лабораторным работам, к защите лабораторных работ, к экзамену.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература по дисциплине

1. Горюшкин, А.П. Математическая логика и теория алгоритмов: учебник / А.П. Горюшкин. - Саратов: Вузовское образование, 2022. - ЦОР IPR SMART. - Текст: электронный. - ISBN 978-5-4487-0808-4. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/117296.html>. - (ID=144996-0)

2. 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, 2022. - 207 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-12274-9. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/447321>. - (ID=142652-0)

3. Лихтарников, Л.М. Математическая логика: Курс лекций. Задачник-практикум и решения: учеб. пособие для вузов: в составе учебно-методического комплекса / Л.М. Лихтарников, Т.Г. Сукачева. - 4-е изд.; стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2009. - 276 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература) (УМК-У). - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-8114-0082-9: 353 р. 10 к. - (ID=82662-11)

7.2. Дополнительная литература по дисциплине

1. Асеева, Т.В. Математическая логика и теория алгоритмов: учебное пособие / Т.В. Асеева; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь: ТвГТУ, 2005. - 103 с. – Библиогр.: с. 103. - Текст: непосредственный. - ISBN 5-7995-0308-2: [б. ц.]. - (ID=57120-121)

2. Вайнштейн, Ю.В. Математическая логика и теория алгоритмов: учебное пособие / Ю.В. Вайнштейн, Т.Г. Пенькова, В.И. Вайнштейн; Сибирский федеральный университет. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2019. - ЭБС Лань. - Текст: электронный. - ISBN 978-5-7638-4076-6. - URL: <https://e.lanbook.com/book/157585>. - (ID=145006-0)

3. Глухов, М.М. Математическая логика. Дискретные функции. Теория алгоритмов: учеб. пособие для вузов по направлению подгот. (специальности) 090301-«Компьютерная безопасность» и 090303 – «Информационная безопасность автоматизированных систем» / М.М. Глухов, А.Б. Шишков. - Санкт-Петербург [и др.]:

Лань, 2012. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ЭБС Лань. - Текст: электронный. - ISBN 978-5-8114-1344-7. - URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4041. - (ID=111573-0)

4. Игошин, В.И. Задачи и упражнения по математической логике и теории алгоритмов: учеб. пособие для вузов по спец. 032100 «Математика» / В.И. Игошин. - 4-е изд. - М.: Академия, 2008. - 303 с. - (Высшее профессиональное образование). - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-7695-5272-4: 333 р. 30 к. - (ID=87399-15)

5. Крупский, В.Н. Теория алгоритмов. Введение в сложность вычислений: учебное пособие для вузов / В.Н. Крупский. - 2-е изд.; испр. и доп. - Москва: Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст: электронный. - ISBN 978-5-534-04817-9. - URL: <https://urait.ru/book/teoriya-algoritmov-vvedenie-v-slozhnost-vychisleniy-492937>. - (ID=142651-0)

6. Палий, И. А. Дискретная математика и математическая логика: учебное пособие для вузов / И. А. Палий. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2022. - 370 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-12446-0. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/492848>. - (ID=135786-0)

7. Скорубский, В. И. Математическая логика: учебник и практикум для вузов / В. И. Скорубский, В. И. Поляков, А. Г. Зыков. - Москва: Издательство Юрайт, 2022. - 211 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-01114-2. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/490017>. - (ID=146440-0)

8. Красовская, Т.Ф. Основы теории алгоритмов: методические указания / Т.Ф. Красовская. - Санкт-Петербург: СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2013. - ЭБС Лань. - Текст: электронный. - URL: <https://e.lanbook.com/book/181474>. - (ID=145004-0)

7.3. Методические материалы

1. Учебно-методический комплекс дисциплины обязательной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" "Математическая логика и теория алгоритмов". Направление подготовки бакалавров 09.03.01 Информатика и вычислительная техника. Направленность (профиль): Промышленная информатика: ФГОС 3++ / Каф. Автоматизация технологических процессов; сост. П.К. Кузин.-2023.- (УМК). - Текст: электронный. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/156251>. - (ID=156251-0)

7.4. Программное обеспечение по дисциплине

1. Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

2. Microsoft Office 2019 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

3. Пакет прикладных программ GNU Octave. Octave - это свободное программное обеспечение, лицензированное по [лицензии GNU General Public License \(GPL\)](https://www.gnu.org/licenses/gpl-3.0-ru.html).

7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет.

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭКТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа «Юрайт» (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <http://elibrary.ru/>
8. Информационная система «ТЕХНОРМАТИВ». Конфигурация «МАКСИМУМ»: сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНиПы и др.]. Диск 1,2,3,4. - М.: Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст: электронный. - 119600 р. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/156251>

8. Материально-техническое обеспечение

Кафедра автоматизации технологических процессов имеет аудитории для проведения лекционных и лабораторных занятий по дисциплине. Для проведения компьютерных практикумов и самостоятельной работы используются компьютерные классы в аудиториях ХТ-201, оснащенные современными компьютерами с необходимым программным обеспечением и имеющие безлимитный выход в глобальную сеть.

9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

С целью повышения ответственности обучающегося за результат экзамена устанавливаются следующие требования:

частично правильные ответы с дробными баллами не предусмотрены;
верное выполнение задания (решения задачи) не допускает любых погрешностей по существу задания.

Число экзаменационных билетов – 25. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3 (1 вопрос для категории «знать» и 2 вопроса для категории «уметь»).

Продолжительность экзамена – 60 минут.

2. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

3. Критерии оценки за экзамен:

для категории «знать»:

базовый – 2;

ниже базового – 0;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь»:

отсутствие умения – 0 балл;

выполняет типовые задания с использованием стандартных алгоритмов – 1 балл,

выполняет усложненные задания на основе оригинальных алгоритмов решения или комбинации стандартных алгоритмов решения – 2 балла.

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

4. Вид экзамена – письменный экзамен.

5. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене.

1. Понятие высказывания. Операции над высказываниями. Построение таблиц истинности логических формул.

2. Упрощение логических формул с использованием основных законов логики высказываний.

3. Доказательство тождественной истинности формул логики высказываний.

4. Понятие логического следствия. Клаузальная форма. Необходимое и достаточное условие логического следствия.

5. Высказывания в трехзначной логике. Операции над высказываниями в трехзначной логике Лукасевича.

6. Построение таблиц истинности логических формул в трехзначной логике Лукасевича.

7. Понятие нечеткого высказывания, нечеткой переменной. Операции над нечеткими переменными. Определения импликации в нечеткой логике.

8. Функция принадлежности переменной нечеткому множеству. Методы построения функций принадлежности.

9. Понятие предиката. Примеры. Операции над предикатами.

10. Область истинности предиката. Геометрическая интерпретация области истинности двуместных предикатов.

11. Квантор общности, квантор существования. Область действия квантора. Свободные и связанные переменные. Свойства кванторов, основные равносильности.

12. Кванторы общности и существования. Дистрибутивность кванторов относительно операций дизъюнкции и конъюнкции. Примеры.

13. Кванторы общности и существования. Правила перестановки кванторов. Примеры.

14. Определение формулы логики предикатов. Примеры выражений, являющихся и не являющихся формулами.

15. Приведенная нормальная форма в логике предикатов.

16. Понятие аксиоматической формальной системы. Формальный вывод. Примеры.

17. Исчисление высказываний. Построение вывода в исчислении высказываний на основании аксиом и правил вывода.

18. Теорема дедукции. Построение вывода в исчислении высказываний на основании теоремы дедукции.

19. Доказательство выводимости формул исчисления высказываний методом резолюций.

20. Исчисление предикатов. Интерпретация предикатных формул. Выполнимые и общезначимые формулы.

21. Понятие алгоритма. Требования, предъявляемые к алгоритмам. Численные и не численные алгоритмы. Примеры.

22. Классическая машина Тьюринга. Три основные части классической машины Тьюринга.

23. Элементарный шаг, команда и программа машины Тьюринга. Представление программы машины Тьюринга в виде таблицы.

24. Представление программы машины Тьюринга в виде диаграммы переходов.

25. Кодирование исходных данных и результатов в машине Тьюринга. Унарная форма записи числа. Вычисление числовых функций на машине Тьюринга.

26. Кодирование исходных данных в машине Тьюринга. Вычисление предикатов на машине Тьюринга.

27. Рекурсивные функции. Числовые n -местные функции, простейшие функции.

28. Операторы суперпозиции и примитивной рекурсии, примитивно рекурсивные функции.

29. Оператор минимизации (μ - оператор). Частично рекурсивные и общерекурсивные функции.

30. Тезис Чёрча.

9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета

Учебным планом зачет по дисциплине не предусмотрен.

9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы

Учебным планом курсовой проект (курсовая работа) по дисциплине не предусмотрены.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению лабораторных работ и всех видов самостоятельной работы.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Содержание рабочих программ дисциплин ежегодно обновляется протоколами заседаний кафедры по утвержденной «Положением о структуре, содержании и оформлении рабочих программ дисциплин по образовательным программам, соответствующим ФГОС ВО с учетом профессиональных стандартов» форме.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль) – Промышленная информатика

Кафедра «Автоматизация технологических процессов»

Дисциплина «Математическая логика и теория алгоритмов»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 2 балла:
Кванторы общности и существования. Дистрибутивность кванторов относительно операций дизъюнкции и конъюнкции. Примеры.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0, 1 или 2 балла:
Описать множество истинности двуместного предиката $P(x, y) \llbracket (x > 1) \rightarrow (y \geq 2) \rrbracket$ и дать геометрическую интерпретацию.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0, 1 или 2 балла:
Построить машину Тьюринга, вычисляющую на множестве натуральных чисел функцию $x + y$. Числа заданы в унарной форме записи, в начальный момент головка напротив крайнего левого символа.

Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: доцент кафедры АТП _____ П.К. Кузин

Заведующий кафедрой: _____ Б.И. Марголис