

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы бакалавриата  
по направлению подготовки  
01.03.02 Прикладная математика и информатика,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Математическая логика и теория алгоритмов**

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль): Математическое моделирование и системный анализ

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде электронного документа выгружена из единой корпоративной информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 5665  
Подписал: заведующий кафедрой Нутович Вероника Евгеньевна  
Дата: 01.09.2023

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения дисциплины (модуля) являются:

- овладение базовыми понятиями и методологическими основами математической логики и теории алгоритмов;
- формирование и развитие навыков решения профессиональных задач на основе методов математической логики и теории алгоритмов.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- знакомство студентов с основными задачами математической логики и теории алгоритмов и методами их решения;
- формирование и развитие компетенций в сфере использования методов математической логики и теории алгоритмов для решения профессиональных задач.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ПК-4** - Уметь ставить цели создания системы, разрабатывать концепцию системы и требования к ней, выполнять декомпозицию требований к системе.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

### **Знать:**

- основные понятия и теоретические положения математической логики, необходимые для концептуального моделирования систем;
- основные методы математической логики и теории алгоритмов, используемые при разработке и декомпозиции требований к системе.

### **Уметь:**

- разрабатывать и анализировать логические модели объектов профессиональной деятельности;
- использовать методы математической логики и теории алгоритмов для решения практических задач в области системного анализа (в объеме курса).

### **Владеть:**

- навыками анализа и синтеза результатов профессиональных исследований на основе методов математической логики и теории алгоритмов;
- навыками формального описания и интерпретации результатов решения практических задач в области системного анализа (в объеме курса).

### 3. Объем дисциплины (модуля).

#### 3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 з.е. (108 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр 1
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	64	64
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	32	32

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 44 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

### 4. Содержание дисциплины (модуля).

#### 4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Логика высказываний Рассматриваемые вопросы: - понятие формальной логики; - логические парадоксы;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- формализация утверждений;</li> <li>- язык логики высказываний;</li> <li>- логическое значение высказывания;</li> <li>- теорема о вычислении логического значения высказываний;</li> <li>- алгебра высказываний;</li> <li>- понятие логического следования;</li> <li>- теорема о признаке логического следования;</li> <li>- теорема о признаке логической равносильности.</li> </ul>
2	<p><b>Логика предикатов</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятие предиката в логике;</li> <li>- множество истинности предиката;</li> <li>- кванторные операции над предикатами;</li> <li>- формулы логики предикатов;</li> <li>- законы логики предикатов;</li> <li>- теорема о приведенной форме;</li> <li>- теорема о предваренной нормальной форме.</li> </ul>
3	<p><b>Формальные аксиоматические теории</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятие формальной аксиоматической теории (ФАТ);</li> <li>- основные свойства ФАТ;</li> <li>- формализованное исчисление высказываний (ФИБ);</li> <li>- понятие вывода (доказательства) формулы ФИБ;</li> <li>- теорема о дедукции;</li> <li>- свойства ФИБ;</li> <li>- формализованное исчисление предикатов (ФИП);</li> <li>- свойства ФИП;</li> <li>- формальная арифметика (ФА);</li> <li>- теоремы Гёделя о неполноте ФА;</li> <li>- теорема Чёрча о неразрешимости ФА;</li> <li>- теорема Тарского об истинности.</li> </ul>
4	<p><b>Вычислимые функции</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятие алгоритмически вычислимой функции;</li> <li>- аксиоматическая теория вычислимых функций;</li> <li>- понятие функции, вычислимой по Чёрчу;</li> <li>- тезис Чёрча.</li> </ul>
5	<p><b>Машина Тьюринга</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятие машины Тьюринга;</li> <li>- понятие функции, вычислимой по Тьюрингу;</li> <li>- тезис Тьюринга;</li> <li>- теорема об эквивалентности множества функций, вычисляемых по Тьюрингу, и множества функций, вычисляемых по Чёрчу.</li> </ul>
6	<p><b>Основы теории сложности алгоритмов</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятие массовой проблемы;</li> <li>- теорема о существовании функции, невычислимой по Тьюрингу;</li> <li>- теорема Райса;</li> <li>- временная функция сложности алгоритма;</li> <li>- шкала асимптотической сложности алгоритмов;</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- сложностные классы массовых проблем;</li> <li>- понятия практически решаемой и труднорешаемой массовой проблемы;</li> <li>- классы массовых проблем P и NP.</li> </ul>
7	<p><b>Элементы теории графов</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятие графа. Способы представления графов. Ориентированные и неориентированные графы;</li> <li>- взвешенные графы. Пути и циклы в графах;</li> <li>- постановки задач о кратчайших путях, задача коммивояжера.</li> </ul>
8	<p><b>Теория алгоритмов</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятие задачи: массовая и индивидуальная. Свойства алгоритма. Кодирование задачи.</li> </ul> <p>Необходимость формализации понятия алгоритма;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- машина Тьюринга, тезис Тьюринга;</li> <li>- универсальная машина Тьюринга. Самоприменимая машина Тьюринга. Алгоритмически неразрешимые проблемы;</li> <li>- временная сложность алгоритма: время работы алгоритма над входом, сложность алгоритма, сложность задачи. Полиномиальные алгоритмы. Класс задач P;</li> <li>- сложность некоторых вычислительных алгоритмов;</li> <li>- понятие недетерминированного алгоритма. Класс задач NP. Примеры NP-полных задач;</li> <li>- типы алгоритмов: переборные, жадные. Эвристики и приближенные алгоритмы.</li> </ul>

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<p><b>Логика высказываний</b></p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формализовывать утверждения на языке логики высказываний;</li> <li>- интерпретировать формулы логики высказываний;</li> <li>- строить таблицу истинности формулы логики высказываний;</li> <li>- вычислять логическое значение высказывания;</li> <li>- классифицировать высказывания;</li> <li>- выявлять логическое следование;</li> <li>- выполнять тождественные преобразования формул логики высказываний</li> </ul>
2	<p><b>Логика предикатов</b></p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формализовывать утверждения на языке логики предикатов;</li> <li>- интерпретировать формулы логики предикатов;</li> <li>- определять множество истинности предиката;</li> <li>- классифицировать предикаты;</li> <li>- выполнять тождественные преобразования формул логики предикатов, в т.ч. к предварённой нормальной форме</li> </ul>
3	<p><b>Формальные аксиоматические теории</b></p> <p>В результате работы на практическом занятии студент получает навык:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- доказывать теоремы формализованного исчисления высказываний, в т.ч. с использованием теоремы о дедукции;</li> <li>- строить доказательства простейших теорем формальной арифметики с помощью аксиомы индукции</li> </ul>
4	<p><b>Вычислимые функции</b></p>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - классифицировать вычислимые функции; - доказывать вычислимость по Чёрчу простейших рекурсивных функций
5	Машина Тьюринга В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - описывать машину Тьюринга в табличном виде; - представлять функциональную схему машины Тьюринга в символьном виде; - строить машину Тьюринга для простейших функций, вычислимых по Тьюрингу
6	Основы теории сложности алгоритмов В результате работы на практическом занятии студент получает навык: - классифицировать массовые проблемы; - классифицировать алгоритмы по шкале их асимптотической сложности

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение дополнительной литературы
2	Подготовка к практическим занятиям
3	Подготовка к промежуточной аттестации.
4	Подготовка к текущему контролю.

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

1. Алгоритмы поиска в ширину и поиска в глубину в графе.
2. Алгоритм построения кратчайших путей (Форда-Беллмана) в графе.
3. Алгоритмы построения кратчайших путей в графе (Флойда и Дейкстры).
4. Алгоритм построения кратчайших путей между всеми парами вершин (Флойда) в графе.
5. Алгоритмы построения минимального остовного дерева в графе (Краскала и Прима).
6. Алгоритмы решения задачи коммивояжера.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Судоплатов, С. В. Математическая логика и теория алгоритмов : учебник и практикум для вузов / С. В. Судоплатов, Е. В. Овчинникова. — 5-е изд., стер. — Москва :	<a href="https://urait.ru/bcode/447321">https://urait.ru/bcode/447321</a>

	Издательство Юрайт, 2022. — 207 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12274-9.	
2	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.	<a href="https://e.lanbook.com/book/9307">https://e.lanbook.com/book/9307</a>
3	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 3 : Вычислимые функции — 2008. — 192 с. — ISBN 978-5-94057-323-4.	<a href="https://e.lanbook.com/book/9308">https://e.lanbook.com/book/9308</a>
4	Успенский, В. А. Вводный курс математической логики : учебное пособие / В. А. Успенский. — 2-е изд. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2007. — 128 с. — ISBN 978-5-9221-0278-0.	<a href="https://e.lanbook.com/book/2355">https://e.lanbook.com/book/2355</a>
5	Игошин, В. И. Сборник задач по математической логике и теории алгоритмов : учебное пособие / В. И. Игошин. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2019. - 392 с. - ISBN 978-5-906818-08-9.	<a href="https://znanium.com/catalog/product/986940">https://znanium.com/catalog/product/986940</a>

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Официальный сайт РУТ (МИИТ) (<https://www.miit.ru/>).

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>).

Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.ru/>).

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<https://e.lanbook.com/>).

Электронно-библиотечная система Znanium (<https://znanium.com/>)

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Microsoft Internet Explorer (или аналог)

Операционная система Microsoft Windows (или аналог)

Microsoft Office (или аналог)

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

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 4 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).



Авторы:

доцент, к.н. кафедры «Цифровые  
технологии управления  
транспортными процессами»

В.М. Моргунов

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЦТУТП

В.Е. Нутович

Председатель учебно-методической  
комиссии

Н.А.Клычева