

**Программа утверждена на заседании кафедры математического анализа
Протокол № 1 от 7 сентября 2015 г.**

Рабочая программа дисциплины (модуля)

1. Код и наименование дисциплины (модуля): **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНФОРМАТИКИ.**
2. Уровень высшего образования – специалитет.
3. Направление подготовки: 01.05.01 Фундаментальные математика и механика. Специализация: Фундаментальная математика.
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП. Является специальной дисциплиной (спецкурсом) для студентов 3-6 годов обучения, специализирующихся в данной научной области или смежной научной области, спецкурсом по выбору студента.
Освоение дисциплины необходимо для последующего изучения дисциплин образовательной программы: курсовая работа, научно-исследовательская практика, преддипломная практика, выпускная квалификационная работа.
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)
6. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:
Объем дисциплины (модуля) составляет 5 зачетных единицы, всего 180 часов, из которых 70 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (62 часа занятия лекционного типа, 8 часов мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации), 110 часов составляет самостоятельная работа студента.
7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.
Для того чтобы изучение дисциплины было возможно, обучающийся должен

1) освоить следующие дисциплины образовательной программы: математический анализ, линейную алгебру, работа на ЭВМ и программирование, теория вероятностей

2) обладать следующими компетенциями:

Знать: основные направления, проблемы, теории и методы современной математики.

Уметь: решать стандартные задачи математического анализа, линейной алгебры.

Владеть: практическими навыками разработки программ на языках программирования Си или Си++.

8. Формат обучения.

Очная форма обучения, лекционные занятия.

9. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам* (Перечень тем см. Приложения).

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них					Самостоятельная работа обучающегося, часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	Всего
Тема 1	4	2					2	2		2
Тема 2	4	2					2	2		2
Тема 3	4	2					2	2		2

Тема 4	4	2					2	2		2
Тема 5	4	2					2	2		2
Тема 6	4	2					2	2		2
Тема 7	4	2					2	2		2
Тема 8	4	2					2	2		2
Текущий контроль успеваемости	10					2	2	8		8
Тема 9	4	2					2	2		2
Тема 10	4	2					2	2		2
Тема 11	4	2					2	2		2
Тема 12	4	2					2	2		2
Тема 13	4	2					2	2		2
Тема 14	4	2					2	2		2
Тема 15	4	2					2	2		2
Тема 16	4	2					2	2		2
Текущий контроль успеваемости	10					2	2	8		8
Тема 17	4	2					2	2		2
Тема 18	4	2					2	2		2

Тема 19	4	2					2	2		2
Тема 20	4	2					2	2		2
Тема 21	4	2					2	2		2
Тема 22	4	2					2	2		2
Тема 23	4	2					2	2		2
Тема 24	4	2					2	2		2
Текущий контроль успеваемости	10					2	2	8		8
Тема 25	4	2					2	2		2
Тема 26	4	2					2	2		2
Тема 27	4	2					2	2		2
Тема 28	4	2					2	2		2
Тема 29	4	2					2	2		2
Тема 30	4	2					2	2		2
Тема 31	4	2					2	2		2
Тема 32	2						0	2		2
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u>	24					2	2	22		22

<i>зачет</i>										
Итого	180	62				8	70	110		110

10. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов по дисциплине (модулю):

Конспекты лекций, списки задач к лекциям, основная и дополнительная учебная литература.

11. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю).

- Перечень компетенций:

- Описание шкал оценивания:

экзамен с оценкой по пятибалльной шкале

зачет («зачтено» или «незачтено»)

- Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций.

- Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций. См. Приложения.

12. Ресурсное обеспечение:

Перечень основной учебной литературы: см. Приложение

Перечень дополнительной учебной литературы: см. Приложения

Перечень ресурсноинформационно-телекоммуникационной сети «Интернет»: см. Приложения.

Описание материально-технической базы: аудитории для проведения лекционных занятий.

13. Язык преподавания: русский (при необходимости – английский).

ПРИЛОЖЕНИЕ

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНФОРМАТИКИ. «Теоретические основы информатики»
2. Преподаватель - д.ф.-м.н., проф. В.А. Васенин, к.ф.-м.н. А.С. Шундеев
3. Аннотация курса: регулярные языки и конечные автоматы, контекстно-свободные языки и построение компиляторов, алгоритмы и вычислимые функции, сложность вычислений, верификация программ, автоматическое доказательство теорем, информация и колмогоровская сложность, машинное обучение.
4. Тематическое содержание курса

Тема 1	Понятие формального языка. Операции над языками. Задание языков с помощью формальных грамматик. Иерархия Хомского.
Тема 2	Детерминированный конечный автомат (ДКА). Распознавание языка с помощью ДКА. Приведенный (минимальный) ДКА.
Тема 3	Недетерминированный конечный автомат (НКА). Теорема Рабина-Скота об эквивалентности НКА и ДКА. Недетерминированный конечный автомат с ϵ -переходами (ϵ -НКА). Теорема об эквивалентности НКА и ϵ -НКА.
Тема 4	Регулярные языки. Теорема Клини. Свойства регулярных языков. Лемма о накачке для регулярных языков.
Тема 5	Контекстно-свободные (КС) языки и грамматики. Деревья вывода. Лемма о накачке для КС-языков. Свойства КС-языков.
Тема 6	Автомат с магазинной памятью (МПА). Эквивалентность МПА и КС-грамматик.
Тема 7	Нисходящие синтаксические анализаторы. LL(1)-грамматики. Алгоритм построения МПА для анализа LL(1)-грамматики. Метод рекурсивного спуска.
Тема 8	Общая схема LR-анализа. Алгоритм построения LR(0)-анализатора. Алгоритм построения SLR(1)-анализатора.

Тема 9	Интуитивное и формализованное понятие алгоритма и вычислимой функции. Частично рекурсивные функции. Тезис Черча.
Тема 10	Машины Тьюринга (МТ). Существование алгоритмически неразрешимых массовых проблем (проблема останова, проблема равенства слов в полугруппах).
Тема 11	Рекурсивные и рекурсивно-перечислимые множества. Существование нерекурсивного рекурсивно-перечислимого множества.
Тема 12	Теорема о существовании универсальной частично-рекурсивной функции.
Тема 13	Сложности алгоритмов (временные и пространственные затраты). Сложность в худшем случае. Теорема об ускорении.
Тема 14	Задачи распознавания свойств. Класс сложности P . Недетерминированные МТ. Класс сложности NP .
Тема 15	Теорема о существовании алгоритмической задачи, не принадлежащей классу P . Теорема о решении детерминированным алгоритмом задачи из класса NP .
Тема 16	Полиномиальная сводимость и NP -полные задачи. Теорема Кука. Основные NP -полные задачи (3-выполнимость, трехмерное сочетание, вершинное покрытие, клика, гамильтонов цикл, разбиение).
Тема 17	Математическая модель программы. Язык и семантика блок-схем. Математическая модель требований. Понятия предусловия и постусловия.
Тема 18	Дедуктивная верификация программ. Понятия частичной корректности, полной корректности и успешной завершаемости программ.
Тема 19	Доказательство корректности программ. Метод индуктивных утверждений Флойда. Метод фундированных множеств Флойда.
Тема 20	Доказательство полной корректности программы целочисленного деления при помощи методов Флойда.

Тема 21	Логика высказываний. Интерпретация формул. Общезначимость и противоречивость. Нормальные формы.
Тема 22	Логика первого порядка. Интерпретации формул. Предваренные нормальные формы.
Тема 23	Скулемовские стандартные формы. Эрбрановский универсум множества дизъюнктов. Семантические деревья. Теорема Эрбрана.
Тема 24	Метод резолюций для логики высказываний. Подстановка и унификация. Алгоритм унификации. Метод резолюций для логики первого порядка.
Тема 25	Три подхода (комбинаторный, вероятностный, алгоритмический) к определению понятия «количество информации».
Тема 26	Связь количества информации по Шеннону со стоимостью двоичного кодирования.
Тема 27	Свойства колмогоровской сложности. Теорема Соломонова-Колмогорова. Алгоритмическая неразрешимость колмогоровской сложности.
Тема 28	Связь колмогоровской сложности и шенноновской энтропии.
Тема 29	Основные понятия статистического машинного обучения. Линейная регрессия. Метод наименьших квадратов. Многомерная линейная регрессия.
Тема 30	Задача классификации. Байесовский классификатор. Метод К-ближайших соседей. Логистическая регрессия.
Тема 31	Деревья принятия решений. Алгоритм построения регрессионного дерева. Классифицирующие деревья. Ансамбли классификаторов. Случайные леса решений.
Тема 32	Задача кластеризации. Метод К-средних. Иерархическая кластеризация.

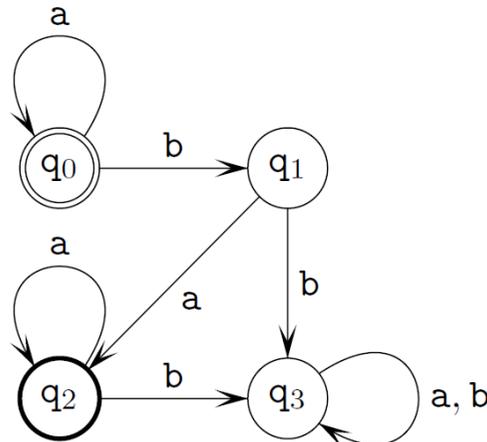
5. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций.

(Вопросы к экзамену, примеры задач, тем для самостоятельной работы обучающихся)

Вопросы к экзамену указаны в тематическом содержании курса.

Примеры задач, тем для самостоятельной работы обучающихся.

1. Пусть $A = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$ – ДКА, где $Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3\}$, $\Sigma = \{a, b\}$, $F = \{q_2\}$, а δ задается следующей диаграммой переходов



Вычислить язык $L(A)$, распознаваемый автоматом A .

2. Построить МПА, распознающий язык $\{a^n b^n \mid n \geq 0\}$.

3. Доказать, что КС- грамматика $\{S \rightarrow aAb, aA \rightarrow aaAb, A \rightarrow \varepsilon\}$ порождает язык $\{a^n b^n \mid n \geq 1\}$.

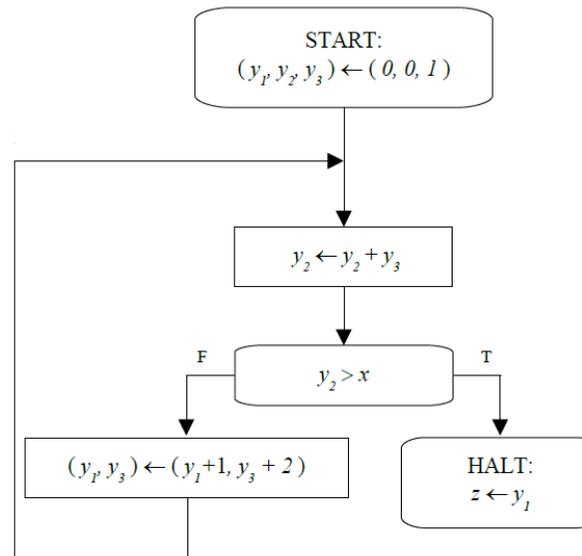
4. Построить LR(0) автомат для грамматики $\{S' \rightarrow S, S \rightarrow aDc, D \rightarrow Db, D \rightarrow b\}$.

5. Пусть $A = \{a, b, c\}$ – алфавит входных слов. Написать программу для МТ, которая входному слову приписывает слева символ b .

6. Пусть $A = \{a, b, c\}$ – алфавит входных слов. Написать программу для МТ, которая входному слову приписывает справа символы bc .

7. Пусть $A = \{a, b, c\}$ – алфавит входных слов. Написать программу для МТ, которая заменяет во входном слове каждый второй символ на a .

8. Доказать полную корректность следующей программы



относительно входного предиката $\varphi \equiv (x \geq 0)$ и выходного предиката $\psi \equiv (z^2 \leq x (z+1)^2)$.

9. Пусть имеются четыре утверждения 1) $P \rightarrow S$, 2) $S \rightarrow U$, 3) P , 4) U . С помощью метода резолюций доказать что 4) следует из 1), 2), 3).

10. Рассмотрим три формулы

$F_1: (\forall x) (C(x) \rightarrow (W(x) \& R(x)))$,

$F_2: (\exists x) (C(x) \& O(x))$,

$G: (\exists x) (O(x) \& R(x))$.

С помощью метода резолюций доказать, что G является логическим следствием F_1 и F_2 .

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

Основная литература

Хопкрофт Дж., Мотвани Р., Ульман Дж. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений: Пер. с англ. - М.: Издательский дом "Вильямс", 2008. - 528 с.: ил.

Замятин А.П., Шур А.М. Языки, грамматики, распознаватели: Учебное пособие. - Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2007. - 248 с.

- Мальцев А.И. Алгоритмы и рекурсивные функции. – 2-е изд. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 386 с.
- Гэри М., Джонсон Д. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи. – М.: Мир, 1982. – 416 с.
- Д.В. Буздалов, Е.В. Корныхин, А.А. Панфёров, А.К. Петренко, А.В. Хорошилов. Практикум по дедуктивной верификации программ: учебно-методическое пособие. - М. Издательский отдел факультета ВМК МГУ имени М.В. Ломоносова; МАКС Пресс, 2014. - 100 с.
- Чень Ч., Ли Р. Математическая логика и автоматическое доказательство теорем: Пер. с англ / Пол ред. С.Ю. Маслова. - М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1983. - 360 с.
- Верещагин Н.К. и др. Колмогоровская сложность и алгоритмическая случайность / Н.К. Верещагин, В.А. Успенский, А. Шень. - М.: МЦНМО, 2013. - 576 с.
- James G., Witten D., Hastie T., Tibshirani R. An Introduction to Statistical Learning with Applications in R. – Springer, 2013. – 425 p.

Дополнительная литература

- Андерсон Р. Доказательство правильности программ: Пер. с англ. - М.: Мир, 1982. - 168 с., ил.
- Ту Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов: Пер. с англ / Пол ред. Ю.И. Журавлева. – М.: Мир, 1978. – 412 с.
- С.П. Чистяков. Случайные леса: обзор // Труды Карельского научного центра РАН. - № 1, 2013. - С. 117 - 136.

**Приложение утверждено на заседании кафедры математического анализа
Протокол № 1 от 7 сентября 2015 г.**