

ИНСТИТУТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КИБЕРНЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА КИБЕРНЕТИКИ

ОДОБРЕНО УМС ФБИУКС

Протокол № 06/23

от 2.06.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**АЛГОРИТМЫ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СЛОЖНОСТЬ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 27.03.03 Системный анализ и управление

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
3	2	72	32	32	0	8	0	3
Итого	2	72	32	32	0	16	0	

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина призвана обеспечить освоение студентами базовых математических теорий, методов решения задач, характерных для прикладной математики, информатики и программирования. Дисциплина также обеспечивает выработку навыков и приёмов формализации, описания, моделирования и исследования объектов дискретной математики. В процессе изучения дисциплины студенты знакомятся с основными сведениями о свойствах алгоритмов и способах их формального представления (машины Тьюринга, алгоритмы Маркова, рекурсивные функции), изучают основы теории бесконечных множеств и вопросы нахождения эффективных процедур для перечисления объектов различной природы. Отдельное внимание уделено проблеме алгоритмической неразрешимости и базовым понятиям сложности алгоритмов.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение следующих результатов образования:

Знания:

- на уровне представлений: Проблемы эффективной перечислимости и распознаваемости объектов. Проблемы алгоритмической разрешимости задач и эффективной вычислимости чисел.
- на уровне воспроизведения: Теоретические результаты (теоремы и свойства), характерные для числовых множеств, арифметических и частично арифметических функций, рекурсивных функций.
- на уровне понимания: свойства конечных и бесконечных множеств, арифметика трансфинитных чисел, сущность рекурсивных вычислений.

Умения:

- теоретические – определение сложности алгоритмов, применение прямых и косвенных доказательств теорем, определение принадлежности функций к соответствующим классам
- практические - построение алгоритмов на простейших кибернетических устройствах (машины Тьюринга, алгоритмы Маркова), преобразование функций в базис Клини и восстановление функций из схем примитивной рекурсии.

Навыки: - применение логического подхода к решению сложных задач с помощью их декомпозиции, что позволяет развить навыки написания алгоритмов.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина не требует специальной начальной подготовки, выходящей за рамки курса математики и информатики программы среднего образования, за исключением желательного знакомства с курсом

- дискретная математика (математическая логика);

В свою очередь, дисциплина является предшествующей для следующих курсов:

- дискретная математика (логические исчисления);
- логическое и функциональное программирование ;
- базы данных ;
- практикум на ЭВМ.

Дисциплина способствует образованию теоретического фундамента для формирования у студентов компетенций, необходимых для создания вычислительных и управляющих систем.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
<p>ОПК-7 [1] – Способен применять математические, системно-аналитические, вычислительные методы и программные средства для решения прикладных задач в области создания систем анализа и автоматического управления и их компонентов.</p>	<p>З-ОПК-7 [1] – знать: базовые идеи, подходы, методы и результаты прикладной статистики, экспертных оценок, теории принятия решений и экономико-математического моделирования; методы моделирования технологий обеспечения качества, методы классификации, методы принятия решений в условиях неопределенности и риска;            У-ОПК-7 [1] – уметь: использовать законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности и применять математический аппарат, методы оптимизации, теории вероятностей, математической статистики, системного анализа для принятия решений в области стратегического и тактического планирования и организации производства; разрабатывать методы и модели создания системы управления процессами планирования производственных ресурсов и производственных мощностей промышленной организации;            В-ОПК-7 [1] – владеть навыками: стратегического управления длительными и ресурсоемкими комплексами работ на основе проектно- и программно-ориентированного планирования деятельности организации, бюджетирования и мониторинга хода выполнения проектов и программ; изучения передового отечественного и зарубежного опыта в области стратегического и тактического планирования и организации производства, участие в разработке и реализации мероприятий по совершенствованию производственного планирования, внедрению технических и программных средств управления производством</p>
<p>ОПК-10 [1] – Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>З-ОПК-10 [1] – Знать: основные понятия и принципы работы современных информационных систем            У-ОПК-10 [1] – Уметь: пользоваться современными информационными технологиями для решения задач профессиональной деятельности.            В-ОПК-10 [1] – Владеть: навыками работы с современными информационными технологиями для решения задач профессиональной деятельности</p>

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
Анализ информации о процессах жизненного цикла сложных систем	Жизненный цикл системы	<p>ПК-3 [1] - способен анализировать и систематизировать информацию и данные о процессах жизненного цикла сложных систем, используя методологию и методы системного анализа</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.022</p>	<p>3-ПК-3[1] - знать: теорию управления; английский язык. ; У-ПК-3[1] - уметь: описывать бизнес-процессы; создавать учебно-методические материалы; управлять проектами. ; В-ПК-3[1] - владеть навыками: определения потребностей и интересов потенциальных клиентов; проведения экономических расчетов окупаемости предложенного варианта черновой концепции; описания состояния аналитических работ в формате отчета.</p>
Осуществление работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	Научно-техническая информация	<p>ПК-4 [1] - способен моделировать организационно-технические системы и их жизненный цикл</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.015</p>	<p>3-ПК-4[1] - знать: инструменты и методы выявления требований; основы современных операционных систем; инструменты и методы выявления требований. ; У-ПК-4[1] - уметь: описывать бизнес-процессы; собирать исходную документацию; управлять проектами. ; В-ПК-4[1] - владеть навыками: сбора в</p>

			соответствии с трудовым заданием документации заказчика касательно его запросов и потребностей применительно к типовой ис; документирования собранных данных в соответствии с регламентами организации.
проектно-технологический			
Планирование, организация, проведения и внедрение научных исследований и опытно-конструкторских разработок	Научно-исследовательские и конструкторские разработки	<p>ПК-7 [1] - способен проектировать элементы систем управления, применять современные инструментальные средства и технологии программирования на основе профессиональной подготовки, обеспечивающие решение задач системного анализа и управления</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-ПК-7[1] - знать: научную проблематику соответствующей области знаний; методы, средства и практика планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок. ;</p> <p>У-ПК-7[1] - уметь: анализировать новую научную проблематику соответствующей области знаний; применять методы и средства планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок. ;</p> <p>В-ПК-7[1] - владеть навыками: обоснования перспектив проведения исследований в соответствующей</p>

			области знаний; анализа возможных областей применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; организации внедрения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.
проектно-конструкторский			
Разработка технических заданий по проектам на основе профессиональной подготовки и системно-аналитических исследований сложных объектов управления различной природы	Архитектура предприятия (бизнес-архитектура, архитектура информации, архитектура приложений, инфраструктура)	ПК-8 [1] - способен разрабатывать технические задания по проектам на основе профессиональной подготовки и системно-аналитических исследований сложных объектов управления различной природы;  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.022	З-ПК-8[1] - знать: основы анализа требований заинтересованных лиц; основы формальной логики; основы технического английского языка. ; У-ПК-8[1] - уметь: применять систему учета требований; применять формальную логику для анализа и построения высказываний; анализировать и оценивать качество требований. ; В-ПК-8[1] - владеть навыками: формулирования требований к функциям системы в заданной логической форме с заданным уровнем качества; фиксирования требований к функциям системы в реестре учета требований; описания заданных атрибутов функциональных требований.

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>3 Семестр</i>						
1	Формальные описания алгоритмов	1-5	10/10/0	к.р-3 (7), к.р-5 (7), Т-6 (5), Сем-5 (3)	22	КИ-6	3-ОПК-10, У-ОПК-10, В-ОПК-10, 3-ОПК-7, У-ОПК-7, В-ОПК-7, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-7, У-

							ПК-7, В- ПК-7, З-ПК- 8, У- ПК-8, В- ПК-8
2	Числовые множества и арифметические вычисления	6-11	12/12/0	Сем-11 (3),Т-11 (9)	12	КИ-12	З- ОПК- 10, У- ОПК- 10, В- ОПК- 10, З- ОПК- 7, У- ОПК- 7, В- ОПК- 7, З-ПК- 3, У- ПК-3, В- ПК-3, З-ПК- 4, У- ПК-4, В- ПК-4, З-ПК- 7, У- ПК-7, В- ПК-7, З-ПК- 8, У- ПК-8, В- ПК-8
3	Рекурсивные функции	12-16	10/10/0	к.р-14	16	КИ-16	З-



				(7),Т-16 (6),Сем -15 (3)			ОПК-10, У-ОПК-10, В-ОПК-10, 3-ОПК-7, У-ОПК-7, В-ОПК-7, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, 3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8
	<i>Итого за 3 Семестр</i>		32/32/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 3 Семестр</b>				50	3	3-ОПК-10, У-ОПК-10, В-ОПК-10, 3-

							ОПК-7, У-ОПК-7, В-ОПК-7, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, 3-ПК-8, У-ПК-8, В-ПК-8
--	--	--	--	--	--	--	---

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
Т	Тестирование
КИ	Контроль по итогам
Сем	Семинар
к.р	Контрольная работа
З	Зачет

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
--------	---------------------------	------------	----------------	------------

	<i>3 Семестр</i>	32	32	0
<b>1-5</b>	<b>Формальные описания алгоритмов</b>	10	10	0
1	<b>Вводная лекция.</b> Развитие понятия алгорифма (алгоритма) и современная теория алгорифмов. Тезис Тьюринга и классические машины Тьюринга.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
0	0	0		
2	<b>Машины Тьюринга.</b> Модификация машин Тьюринга. Многоленточные машины. Универсальная машина. Самоанализирующие машины.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
0	0	0		
3	<b>Теоремы Шеннона</b> Теоремы Шеннона. Нормальные и тезис Маркова. Преобразование машин Тьюринга в нормальные алгоритмы.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
0	0	0		
4	<b>Понятие алгоритмической разрешимости</b> Понятие алгоритмической разрешимости. Алгоритмически неразрешимые задачи об остановке машины Тьюринга и записи данного знака.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
0	0	0		
5	<b>Эффективная перечислимость и эффективная распознаваемость множеств</b> Эффективная перечислимость и эффективная распознаваемость множеств. Эффективное распознавание и теорема Поста. Эффективное перечисление множества машин Тьюринга и существование в нем эффективно перечислимых и эффективно нераспознаваемых подмножеств. Геделева нумерация и кодовые числа алгоритмов Маркова.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
0	0	0		
<b>6-11</b>	<b>Числовые множества и арифметические вычисления</b>	12	12	0
6	<b>Равномощные множества и кардинальные числа</b> Равномощные множества и кардинальные числа. Парадокс Галилея и трансфинитные числа. Конечные, счетно-бесконечные и несчетные множества.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
0	0	0		
7	<b>Счетность множества</b> Счетность множества натуральных, целых, рациональных и алгебраических чисел. Счетность множества пар, $n$ -ок и комплексов натуральных чисел.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
0	0	0		
8	<b>Канторов диагональный процесс.</b> Канторов диагональный процесс. Несчетность множества трансцендентных, действительных, иррациональных и комплексных чисел. Теорема Кантора. Множества еще большей мощности.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
0	0	0		
9	<b>Парадоксы теории множеств</b> Парадоксы теории множеств. Вычислимые действительные числа. Вычислимость алгебраических чисел и существование вычислимых трансцендентных чисел. Невычислимые числа.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
0	0	0		
10	<b>Арифметические функции</b> Арифметические функции и несчетность их множества. Вычислимые арифметические функции и невозможность их эффективного перечисления.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
0	0	0		
11	<b>Арифметические функции</b>	Всего аудиторных часов		

	Частичные арифметические функции и несчетность их множества. Вычислимые частичные арифметические функции и их эффективное перечисление. Теорема Черча. Невозможность эффективного распознавания и сравнения вычислимых функций. Невычислимые функции.	2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
<b>12-16</b>	<b>Рекурсивные функции</b>	10	10	0
12	<b>Примитивно-рекурсивные функции</b> Примитивно-рекурсивные функции и базис Клини. Частично-рекурсивные функции и расширенный базис Клини.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	<b>Общерекурсивные функции</b> Общерекурсивные функции. Задание частично-рекурсивных функций при помощи системы уравнений. Сложение и мультиплицирование функций. Кусочные функции. Теорема о неявных мажорируемых функциях.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	<b>Геделева нумерация</b> Геделева нумерация и эффективная перечислимость примитивно-рекурсивных и частично-рекурсивных функций. Невозможность эффективного перечисления общерекурсивных функций. Невозможность эффективной распознаваемости примитивно рекурсивных функций среди общерекурсивных, а также общерекурсивных функций среди частично-рекурсивных.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	<b>Непримитивно рекурсивные функции</b> Непримитивно рекурсивные функции. Нерекурсивные функции. Границы применимости формальных моделей алгоритмов.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
16	<b>Размер задач и сложность алгоритмов</b> Размер задач и сложность алгоритмов. Временная и пространственная сложность. Полиномиальные и экспоненциальные алгоритмы. Трудноразрешимые задачи. Сложность машин Тьюринга. Повторение разделов 1-3: основные определения, формулировки теорем, практические аспекты.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>3 Семестр</i>
1 - 7	<b>Формальные описания алгоритмов</b> Классические машины Тьюринга. Многоленточные машины Тьюринга. Нормальные алгоритмы.
8 - 11	<b>Числовые множества и арифметические вычисления</b> Бесконечные множества: счетность, перечислимость, распознаваемость. Числовые множества, вычислимые числа. Арифметические вычисления.
12 - 15	<b>Рекурсивные функции</b> Простейшие примитивно-рекурсивные функции, представление в базисе Клини. Доказательство примитивной рекурсивности функций, восстановление функций по схеме рекурсии. Частично-рекурсивные функции.
16	<b>Сложность вычислений. Повторение разделов 1-3.</b> Сложность алгоритмов. Повторение пройденного материала.

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

1. Лекционные занятия:

- a. комплект электронных презентаций/слайдов,
- b. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук)

2. Практические занятия:

- a. компьютерный класс,
- b. презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук),
- c. стандартный пакет программ Microsoft Office.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ОПК-10	З-ОПК-10	З, КИ-6, КИ-12, КИ-16, к.р-3, к.р-5, Т-6, Сем-5, Сем-11, Т-11, к.р-14, Т-16, Сем-15
	У-ОПК-10	З, КИ-6, КИ-12, КИ-16, к.р-3, к.р-5, Т-6, Сем-5, Сем-11, Т-11, к.р-14, Т-16, Сем-15
	В-ОПК-10	З, КИ-6, КИ-12, КИ-16, к.р-3,

		к.р-5, Т-6, Сем-5, Сем-11, Т-11, к.р-14, Т-16, Сем-15
ОПК-7	З-ОПК-7	З, КИ-6, КИ-12, КИ-16, к.р-3, к.р-5, Т-6, Сем-5, Сем-11, Т-11, к.р-14, Т-16, Сем-15
	У-ОПК-7	З, КИ-6, КИ-12, КИ-16, к.р-3, к.р-5, Т-6, Сем-5, Сем-11, Т-11, к.р-14, Т-16, Сем-15
	В-ОПК-7	З, КИ-6, КИ-12, КИ-16, к.р-3, к.р-5, Т-6, Сем-5, Сем-11, Т-11, к.р-14, Т-16, Сем-15
ПК-3	З-ПК-3	З, КИ-6, КИ-12, КИ-16, к.р-3, к.р-5, Т-6, Сем-5, Сем-11, Т-11, к.р-14, Т-16, Сем-15
	У-ПК-3	З, КИ-6, КИ-12, КИ-16, к.р-3, к.р-5, Т-6, Сем-5, Сем-11, Т-11, к.р-14, Т-16, Сем-15
	В-ПК-3	З, КИ-6, КИ-12, КИ-16, к.р-3, к.р-5, Т-6, Сем-5, Сем-11, Т-11, к.р-14, Т-16, Сем-15
ПК-4	З-ПК-4	З, КИ-6, КИ-12, КИ-16, к.р-3, к.р-5, Т-6, Сем-5, Сем-11, Т-11, к.р-14, Т-16, Сем-15
	У-ПК-4	З, КИ-6, КИ-12, КИ-16, к.р-3, к.р-5, Т-6, Сем-5, Сем-11, Т-11, к.р-14, Т-16, Сем-15
	В-ПК-4	З, КИ-6, КИ-12, КИ-16, к.р-3, к.р-5, Т-6, Сем-5, Сем-11, Т-11, к.р-14, Т-16, Сем-15
ПК-7	З-ПК-7	З, КИ-6, КИ-12, КИ-16, к.р-3, к.р-5, Т-6, Сем-5, Сем-11, Т-11, к.р-14, Т-16, Сем-15
	У-ПК-7	З, КИ-6, КИ-12, КИ-16, к.р-3, к.р-5, Т-6, Сем-5, Сем-11, Т-11, к.р-14, Т-16, Сем-15
	В-ПК-7	З, КИ-6, КИ-12, КИ-16, к.р-3, к.р-5, Т-6, Сем-5, Сем-11, Т-11, к.р-14, Т-16, Сем-15
ПК-8	З-ПК-8	З, КИ-6, КИ-12, КИ-16, к.р-3, к.р-5, Т-6, Сем-5, Сем-11, Т-11, к.р-14, Т-16, Сем-15
	У-ПК-8	З, КИ-6, КИ-12, КИ-16, к.р-3, к.р-5, Т-6, Сем-5, Сем-11, Т-11, к.р-14, Т-16, Сем-15
	В-ПК-8	З, КИ-6, КИ-12, КИ-16, к.р-3, к.р-5, Т-6, Сем-5, Сем-11, Т-11, к.р-14, Т-16, Сем-15

### Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – <i>«отлично»</i>	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – <i>«хорошо»</i>	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – <i>«удовлетворительно»</i>	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – <i>«неудовлетворительно»</i>	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 519 П 82 Курс лекций по дискретной математике Ч. 3 Теория алгоритмов и теория графов, Санкт-Петербург: Издательство Санкт-Петербургского университета, 2014
2. ЭИ Т46 Практикум по теории алгоритмов : учебное пособие для вузов, А. Н. Тихомирова, Н. В. Сафоненко, Москва: НИЯУ МИФИ, 2011

3. 519 Т46 Практикум по теории алгоритмов : учебное пособие для вузов, А. Н. Тихомирова, Н. В. Сафоненко, Москва: НИЯУ МИФИ, 2011

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 519 Т46 Теория алгоритмов : учебное пособие, А. Н. Тихомирова, Москва: МИФИ, 2008
2. 519 К89 Дискретная математика для инженера : , О. П. Кузнецов, Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2009

#### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

#### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. Справочно-обучающая система по курсу "Дискретная математика (теория алгоритмов и сложность вычисления) (<http://mephi22.ru/>)

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

### **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

### **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

Правильная организация самостоятельных учебных занятий, их систематичность, целесообразное планирование времени позволяет привить студентам умения и навыки в овладении, изучении, усвоении и систематизации приобретаемых знаний в процессе обучения, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения.

Для более эффективного восприятия и усвоения материала студентам предлагается пользоваться определенными методами, так как бессистемный подход к процессу получения знаний гораздо менее эффективный и трудоемкий.

Курс состоит из 4 основных компонентов: лекции, семинарские занятия, контрольные работы практического характера и контрольные работы теоретического характера.

К каждому компоненту курса готовиться следует особым образом. Далее рассмотрены основные рекомендации для осуществления самостоятельной работы и подготовки к занятиям.

#### Методические рекомендации для подготовки к лекциям

Посещение занятий. Посещение занятий студентами является обязательной составляющей усвоения программы курса, т.к. специфика курса затрудняет в ряде случаев самостоятельное изучение части материала. Материал курса не всегда очевиден, и даже хорошо успевающие студенты для полного понимания материала нуждаются в дополнительном



общении с преподавателем, что возможно на перерыве или после окончания лекции. Важным плюсом в посещении лекционных занятий является получение инструкции по подготовке к теоретическим контрольным работам, которые представляют собой значительные трудности для ряда студентов. Преподаватель проводит инструктаж по планированию такой подготовки, который включает цель задания, его содержание, сроки проведения контрольного мероприятия, формат, требования, ориентировочный объем работы, основные требования к результатам работы, критерии оценки. В процессе инструктажа преподаватель предупреждает студентов о возможных типичных ошибках, встречающихся при выполнении контрольной работы.

Составление конспекта. Студенты на лекции должны не просто слушать, а в обязательном порядке еще и записывать основные моменты лекции: определения, формулы, графики, логические переходы (понятия, связи понятий и свойства связей этих понятий). В этом случае в процесс запоминания включается моторная память.

Повторение текущей лекции, углубление знаний по ней. Студенту после лекции в свободное время в спокойной обстановке рекомендуется открыть конспект и «освежить» в памяти все, что он услышал/узнал на лекции. Для этого можно использовать:

- Цветовое акцентирование. Имеет смысл применять различные цвета для выделения различных смысловых объектов (заголовки разных уровней, определения и др.).
- Специальные значки. Слушателям рекомендуется разработать собственную систему значков, которую он будет использовать для проработки лекций.
- Составление структурной схемы лекции. Для лучшего запоминания большого объема информации, имеет смысл составить схему лекции, разбив ее на логические блоки, выявить связи этих блоков.
- Составление глоссария. Составление глоссария целесообразно для последовательного усвоения основных определений, законов, теорем и аналогичной информации.

Для углубления знаний по тематике текущей лекции необходимо воспользоваться дополнительными источниками информации, к которым относятся основная и дополнительная учебная литература, справочники и др. Причем с данной информацией желательно проделать тот же перечень работ, что и с конспектом лекции.

Повторение предыдущей лекции. Прежде чем прийти на текущую лекцию студент должен повторить одну или несколько предыдущих лекций, так как лекции между собой тесно связаны. Если не усвоить и не повторить предыдущую лекцию, то некоторые моменты текущей лекции будут слушателям непонятны, кроме того они не смогут проводить аналогии и свободно ориентироваться в изучаемом материале.

В качестве основного литературного источника при подготовке к лекциям используется учебное пособие:

- Тихомирова А.Н. Теория алгоритмов: Учебное пособие. М.: МИФИ, 2008.

Весь лекционный материал в текстовом виде и в виде презентаций доступны в составе специально разработанной системы поддержки обучения по адресу <http://mephi22.ru/>

Методические рекомендации для подготовки к семинарским (практическим) занятиям

Повторная работа над учебным материалом. Мероприятие, аналогичное подготовке к лекции. При этом ставится задача максимально полно понять материал и составить вопросы преподавателю по неясным моментам, чтобы задать их на семинарских занятиях.

Составление проверочного теста. Студенту после того как была прочтена лекция, а также после того как он ее переработал, предоставляется возможность составить некий тест, придумать вопросы, по которым можно проверить, на сколько была усвоена данная лекция.

Этот тест можно использовать как в качестве самопроверки, так и в качестве проверки знаний коллег.

Ответы на контрольные вопросы. В практикуме, относящемся к основной литературе по курсу, приводится обзор множества задач и вопросов по изучаемым темам, многие задачи снабжены подробными решениями, для других задач приводятся ответы в конце практикума. Рекомендуется самостоятельно заранее решить задачи из соответствующих разделов, а затем сверить полученные результаты с ответами и подробными решениями в практикуме.

В качестве основного литературного источника при подготовке к практическим занятиям используется учебное пособие:

- Тихомирова А.Н. Сафоненко Н.В. Практикум по теории алгоритмов: Учебное пособие. М.: НИЯУ МИФИ, 2011. - 132с.

Материалы к практическим занятиям, а также эмуляторы машин Тьюринга, алгоритмов Маркова, машин Поста доступны в составе специально разработанной системы поддержки обучения по адресу <http://mephi22.ru/>

#### Методические рекомендации для подготовки к практическим контрольным работам

Повторная работа над учебным материалом. Необходимо повторить материалы не только всех лекций, но и в обязательном порядке материалы прошедших семинаров. В отличие от просто подготовки к лекции/семинару в данном случае необходимо самостоятельно снова попробовать решить все задачи, которые вызвали сложности при разборе на семинарском занятии, не глядя на записи в тетради. Если это вызовет сложности – обратиться к своим конспектам или преподавателю.

Решение задач и упражнений по образцу. В практикуме, относящемся к основной литературе по курсу, приводится обзор множества задач и вопросов по изучаемым темам, многие задачи снабжены подробными решениями, для других задач приводятся ответы в конце практикума. Рекомендуется самостоятельно заранее решить задачи из соответствующих разделов, а затем сверить полученные результаты с ответами и подробными решениями в практикуме.

В качестве основного литературного источника при подготовке к практическим контрольным работам используется учебное пособие:

- Тихомирова А.Н. Сафоненко Н.В. Практикум по теории алгоритмов: Учебное пособие. М.: НИЯУ МИФИ, 2011. - 132с.

Примеры задач для контрольных работ, эмуляторы машин Тьюринга, алгоритмов Маркова, машин Поста доступны в составе специально разработанной системы поддержки обучения по адресу <http://mephi22.ru/>

#### Методические рекомендации для подготовки к теоретическим контрольным работам

Повторная работа над учебным материалом. В данном случае акцент делается на теоретические выкладки, на систему доказательств и логических последовательностей. Поэтому перед теоретической контрольной работой студенту необходимо составить список всех определений, замечаний и теорем. Попробовать самостоятельно доказать теоремы, составить логические схемы этих доказательств. В практикуме, относящемся к основной литературе по курсу, приводится в сжатом виде обзор основных сведений, теорем, гипотез, кроме того, там систематично представлены обобщенные данные по каждому из разделов, присутствуют концептуальные схемы и специальные проверочные таблицы, в структурированном виде отражающие основной изучаемый материал.

Весь лекционный материал, дополнительные материалы для углубленного изучения, а также презентации лекций доступны в составе специально разработанной системы поддержки обучения по адресу <http://mephi22.ru/>

В качестве оценочного средства используется 100 бальная семестровая система, учитывающая посещаемость занятий, активность на уроках, выполнение практических и теоретических контрольных работ.

Каждый раздел проходит аттестацию. Раздел аттестуется, если набрано не менее 60% баллов от максимально возможного значения (КИ).

## **11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

### **1. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Цель курса – усвоение студентами базовых математических теорий, методов решения задач, характерных для прикладной математики, информатики и программирования, а также выработка навыков и приёмов формализации, описания, моделирования и исследования объектов дискретной математики.

Процесс обучения предполагает сочетание аудиторной, внеаудиторной и самостоятельной работы, поскольку именно дополнение аудиторной работы самостоятельной деятельностью студентов способствует развитию самостоятельности и творческой активности как при овладении, так и практическом использовании полученных знаний.

### **2. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ОБУЧЕННОСТИ СТУДЕНТОВ**

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в виде устного опроса студентов на занятиях, а также в виде проверки выполнения заданий во время теоретических контрольных работ (Тестов) и практических контрольных работ (КР). В течение семестра проводится 3 теста и 3 контрольные работы.

Кроме контрольных работ и тестов, оценивается посещаемость и активность во время занятий. Максимальный балл в течение семестра составляет 50 баллов.

Промежуточный контроль осуществляется в форме экзамена в конце семестра. Зачет проводится в комбинированной форме, по всем темам курса. Максимальное количество баллов за зачет составляет 50 баллов, 25 баллов за устную и 25 баллов за письменную части.

### **3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ВИДОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ.**

Курс состоит из 4 основных компонентов: лекции, семинарские занятия, контрольные работы практического характера (КР) и контрольные работы теоретического характера (Т).

Лекционные занятия являются обязательной составляющей усвоения программы курса? т.к. специфика курса затрудняет в ряде случаев самостоятельное изучение части материала. Материал курса не всегда очевиден, и даже хорошо успевающие студенты для полного понимания материала нуждаются в дополнительном общении с преподавателем, что возможно на перерыве или после окончания лекции. Важным плюсом в посещении лекционных занятий является получение инструкции по подготовке к теоретическим контрольным работам, которые представляют собой значительные трудности для ряда студентов. Преподаватель проводит инструктаж по планированию такой подготовки, который включает цель задания, его содержание, сроки проведения контрольного мероприятия, формат, требования,

ориентировочный объем работы, основные требования к результатам работы, критерии оценки. В процессе инструктажа преподаватель предупреждает студентов о возможных типичных ошибках, встречающихся при выполнении контрольной работы.

Во время семинарских занятий преподаватель объясняет практическую часть курса в соответствии с планом и стимулирует активное участие студентов в решении задач. Основное внимание необходимо уделить следующим темам.

- Классические и многоленточные машины Тьюринга.
- Нормальные алгоритмы
- Счетность, перечислимость, распознаваемость множеств.
- Вычислимость,
- Арифметические вычисления.
- примитивно-рекурсивные функции (представление в базисе Клини и восстановление из схем рекурсий).
- Частично-рекурсивные функции
- Сложность алгоритмов.

За посещаемость и активность на занятия выставляются дополнительные баллы.

Правила выставления баллов за посещаемость семинарских занятий (по разделам)

- Нет пропусков или не более одного пропуска +1 балл
- Два и более пропуска 0 баллов

Правила выставления баллов за активность на семинарских занятиях (по разделам)

- Шесть и более «+» за работу на семинаре +2 балла
- От трех до пяти «+» за работу на семинаре +1 балл
- Менее трех «+» за работу на семинаре 0 баллов

Часть практических занятий используется для текущего контроля знаний и умений студентов.

Весь лекционный материал, дополнительные материалы для углубленного изучения, а также презентации лекций, эмуляторы и много другое доступны в составе специально разработанной системы поддержки обучения по адресу <http://mephi22.ru/>

Автор(ы):

Тихомирова Анна Николаевна, к.т.н.