



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»**

УТВЕРЖДАЮ



Ю.Ю. Михальчевский

« 17 » ИЮНЯ 2021 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория сложных вычислений и алгоритмов

Направление подготовки
01.03.04 Прикладная математика

Направленность программы (профиль)
Математическое и программное обеспечение систем управления

Квалификация выпускника
бакалавр

Форма обучения
очная

Санкт-Петербург
2021

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Теория сложных вычислений и алгоритмов» являются формирование у обучающихся комплекса теоретических знаний основных понятий теории вычислений и сложности алгоритмов, а также приобретение ими умений и практических навыков анализа оценки времени выполнения алгоритмов и разработки алгоритмов для конкретных задач.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Теория сложных вычислений и алгоритмов» относится к учебному циклу Вариативной части Блока Б1 дисциплин ОПОП ВО по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика» (бакалавриат), профиль «Математическое и программное обеспечение систем управления».

Дисциплина «Теория сложных вычислений и алгоритмов» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Программирование», «Интеллектуальные системы».

Дисциплина «Теория сложных вычислений и алгоритмов» является обеспечивающей для следующих дисциплин: «Основы криптографии», для Производственной (научно-исследовательская работа) практики, Выполнения и защиты выпускной квалификационной работы.

Дисциплина изучается в 5 и 6 семестре.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины «Теория сложных вычислений и алгоритмов» направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции/ индикатора	Результат обучения: наименование компетенции, индикатора компетенции
ПК-2	Способен разрабатывать алгоритмы и реализовывать их на основе современных парадигм, технологий и языков программирования
ИД _{ПК2} ¹	Применяет имеющиеся технологии и знания при разработке и реализации алгоритмов в ходе профессиональной деятельности.
ИД _{ПК2} ²	Оценивает адекватность и логичность применения разработанного алгоритма в рамках конкретной задачи

Планируемые результаты изучения дисциплины:

Знать:

– классы сложности алгоритмов, классические алгоритмы, методы оценки эффективности алгоритмов;

Уметь:

– экспериментально исследовать эффективность алгоритма и программы

Владеть:

– навыками использования типовых алгоритмов для реальных прикладных задач

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 академических часа.

Наименование	Всего часов	Семестры	
		5	6
Общая трудоемкость дисциплины	252	108	144
Контактная работа:	122,8	56,3	66,5
лекции	60	28	32
практические занятия	60	28	32
семинары	-	-	-
лабораторные работы	-	-	-
курсовой проект	-	-	-
Самостоятельная работа студента	87	43	44
Промежуточная аттестация:	45	9	36
контактная работа	2,8	0,3	2,5
самостоятельная работа по подготовке к (зачету, экзамену)	зачет, экзамен (7 з.е.) 42,2	зачет (3 з.е.) 8,7	экзамен (4 з.е.) 33,5

5. Содержание дисциплины

5.1. Соотнесения тем (разделов) дисциплины и формируемых компетенций

Темы, разделы дисциплины	КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ	КОМПЕТЕНЦИИ	Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-2		
Тема 1. Введение в теорию сложных вычислений и алгоритмов	19	+	ВК, Л,ПЗ, СРС	ВК, УО, ПР
Тема 2. Алгоритмы сортировки	23	+	Л,ПЗ, СРС	УО, ПР

Темы, разделы дисциплины	Количество часов	КОМПЕТЕНЦИИ		Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-2			
Тема 3. Алгоритмы на графах	31	+		Л,ПЗ, СРС	УО, ПР
Тема 4. Максимальный поток	26	+		Л,ПЗ, СРС	УО, ПР
Итого за семестр 5	99				
Промежуточная аттестация	9				
Всего за семестр 5	108				
Тема 5. NP-полнота	27	+		Л,ПЗ, СРС	УО, ПР
Тема 6. Приближенные алгоритмы	27	+		Л,ПЗ, СРС	УО, ПР
Тема 7. Алгоритмы вычислительной геометрии	27	+		Л,ПЗ, СРС	УО, ПР
Тема 8. Алгоритмы поиска подстроки	27	+		Л,ПЗ, СРС	УО, ПР
Итого за семестр 6	108				
Промежуточная аттестация	36				
Всего за семестр 6	144				
Всего по дисциплине	252				

Сокращения: Л– лекция, ПЗ – практическое занятие, ВК – входной контроль, СРС – самостоятельная работа студента, УО – устный опрос, ПР – разбор практических заданий

5.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

Наименование темы (раздела) дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	КП	Всего часов
5 семестр						
Тема 1. Введение в теорию сложных вычислений и алгоритмов	4	4	-	11	-	19
Тема 2. Алгоритмы сортировки.	6	6	-	11	-	23
Тема 3. Алгоритмы на графах	10	10	-	11	-	31
Тема 4. Максимальный поток.	8	8	-	10	-	26
Итого за семестр	28	28		43		99
Промежуточная аттестация						9
Всего за семестр						108
6 семестр						
Тема 6. Двоичные деревья поиска	8	8	-	11	-	27
Тема 7. Хеш таблицы	8	8	-	11	-	27
Тема 8. Минимальные покрывающие деревья	8	8	-	11	-	27
Тема 9. Алгоритмы поиска подстроки	8	8	-	11	-	27

Наименование темы (раздела) дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	КП	Всего часов
Итого за семестр	32	32		44		108
Промежуточная аттестация						36
Всего за семестр						144
Всего по дисциплине						252

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, ЛР – лабораторная работа, СРС – самостоятельная работа студента, КП – курсовой проект.

5.3 Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Введение в теорию сложных вычислений и алгоритмов

Определение алгоритма, вычислительной проблемы, размера задачи. Формальное описание алгоритма. Худшее, лучшее и среднее время выполнения алгоритма. Асимптотический анализ. Определения для O , Θ , Ω – нотаций. Методы определения верхней и нижней границы скорости роста монотонной функции. Элементы теории множеств. Рекуррентные выражения. Построение алгоритмов. Принцип «разделяй и властвуй». Анализ алгоритмов типа «разделяй и властвуй».

Тема 2. Алгоритмы сортировки

Задача сортировки. Пузырьковый алгоритм сортировки (Insertion-Sort). Анализ времени выполнения пузырьковой сортировки. Алгоритм сортировки слиянием (Merge-Sort). Анализ времени выполнения сортировки слиянием. Методы вычисления рекурсивных выражений: итерационны, подстановки, мастер формула. Примеры использования математической индукции. Алгоритм быстрой сортировки Quick-Sort. Анализ времени выполнения быстрой сортировки. Нижняя граница для решения проблемы сортировки. Сортировка за линейное время – сортировка подсчетом (Count-Sort). Анализ времени выполнения сортировки подсчетом. Двоичная куча. Сортировка с помощью кучи (Binary Sort). Анализ времени выполнения сортировки с помощью кучи.

Тема 3. Алгоритмы на графах

Определение графа. Типы графов. Степень вершины. Путь и цикл. Представление графов в программе: последовательность граней, массив смежных вершин, список смежных вершин, матрица смежностей. Алгоритм BFS. Алгоритм DFS. Топологическая сортировка ориентированного графа без циклов. Деревья и их свойства. Стоимость путей в графах. Стратегии решения проблемы нахождения кратчайшего пути: в направленном ациклическом графе, в графах с неотрицательной стоимостью граней (алгоритм Дикстра), для произвольных стоимостей граней (алгоритм Бельман-Форда). Минимальные покрывающие деревья и их построение. Алгоритм Крускала. Алгоритм Ярника-Прима.

Тема 4. Максимальный поток

Потоки в сетях. Метод Форда-Фалкерсона. Анализ и доказательство корректности. Способы реализации метода Форда-Фалкерсона. Максимальное паросочетание в двудольном графе. Алгоритм проталкивания предпотока. Алгоритм поднять-и-в-начало. Доказательство корректности и оценка времени выполнения алгоритмов.

Тема 5. NP-полнота

Класс NP-полных задач. Полиномиальные алгоритмы. Сложностный класс P. Формальные языки. Проверка принадлежности языку и класс NP. Гамильтонов цикл. Задача о гамильтонове цикле. Сложностный класс NP. NP-полнота и сводимость. Задача о выполнимости схемы. Задача о выполнимости формулы. Анализ работы и доказательства NP-полноты для некоторых задачах о графах и множествах с помощью полиномиального сведения.

Тема 6. Приближенные алгоритмы

Понятие приближенного алгоритма. Оценка качества приближенных алгоритмов. Полиномиальные приближенные алгоритмы для NP-полных задач. Задача о вершинном покрытии. Задача коммивояжера (с неравенством треугольника). Общая задача коммивояжера. Задача о сумме подмножества.

Тема 7. Алгоритмы вычислительной геометрии

Структуры геометрических данных, основные операции. Построение выпуклой оболочки конечного множества точек. Алгоритм Грехема. Анализ времени выполнения алгоритма Грехема. Отыскание пары ближайших точек методом «разделяй и властвуй». Анализ времени выполнения алгоритма методом «разделяй и властвуй». Проблема нахождения наименьшей окружности обрамления и анализ времени выполнения. Нахождение пересечений отрезков на плоскости – алгоритм скользящей линии (Sweep Line). Пересечение плоскостных разбиений. Триангуляция.

Тема 8. Алгоритмы поиска подстроки

Обозначения и терминология. Простейший алгоритм. Алгоритм Рабина-Карпа. Поиск подстроки с помощью конечных автоматов. Алгоритм Кнута-Морриса-Пратта. Префикс-функция. Алгоритм Бойера-Мура.

5.4 Практические занятия

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
5 семестр		
1	Псевдокоды, алгоритмы и величины, линейные вычислительные алгоритмы, ветвление и циклы в вычислительных алгоритмах, вспомогательные	4

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудо-емкость (часы)
	алгоритмы и процедуры. Методы определения вычислительной сложности алгоритмов. Асимптотическая форма записи для временных и пространственных затрат.	
2	Анализ времени выполнения алгоритмов сортировки Insertion-Sort, Merge Sort. Анализ времени выполнения алгоритмов сортировки Quick-Sort, Count-Sort. Проблема нижней границы сортировки. Вычисление рекуррентных выражений. Анализ алгоритма сортировки с помощью двоичной кучи.	6
3	Алгоритм поиск в ширину (BFS), входные и выходные параметры, время выполнения. Алгоритм поиск в глубину (DFS), входные и выходные параметры, время выполнения. Алгоритм топологической сортировки. Анализ работы алгоритма поиска кратчайших путей для ациклического направленного графа. Анализ работы алгоритма Дикстра поиска кратчайших путей. Анализ работы алгоритма Беллман-Форда поиска кратчайших путей для графов, с отрицательными стоимостями граней. Минимальные покрывающие деревья. Работа алгоритмов Крускала и Ярника-Прима для построения минимальных покрывающих деревьев.	10
4	Анализ метода Форда-Фалкерсона. Общая схема алгоритма Форда-Фалкерсона. Оценка времени выполнения. Анализ алгоритма Эдмондса-Карпа на сети. Анализ алгоритма проталкивания предпотока. Идея метода и основные операции. Анализ алгоритма поднять-и-в-начало.	8
Итого за семестр 5		28
6 семестр		
5	Способы решения задачи о поиске гамильтонова цикла в графе. Оценка времени выполнения. Задача о выполнимости схем. Принадлежность к классу NP. Задача о клике, задача о вершинном покрытии. Принадлежность к классу NP.	8
6	Оптимальное вершинное покрытие. Анализ задачи коммивояжера. Общая постановка и постановка при условии выполнения неравенства треугольника.	8

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудо-емкость (часы)
	Оценка способов решения задачи о сумме подмножества. Оптимизация задачи.	
7	Алгоритм Грэхема поиска выпуклой оболочки и функция ориентации. Анализ работы алгоритмов нахождения наименьшей окружности обрамления. Разбор работы алгоритма Sweep Line.	8
8	Алгоритмы поиска подстроки – метод Кнута-Мориса-Прата. Расчеты функции сдвигов. Алгоритм Бойера-Мура. Суффиксные деревья.	8
Итого за семестр 6		32
Итого по дисциплине		60

5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудо-емкость (часы)
5 семестр		
1	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [1, 3, 11]. 2. Подготовка к письменной аудиторной работе.	11
2	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [1, 5]. 2. Подготовка к письменной аудиторной работе.	11
3	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [2, 5, 8-10]. 2. Подготовка к письменной аудиторной работе.	11
4	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [4,5, 7,11]. 2. Подготовка к письменной аудиторной работе.	10
Итого за семестр 5		43
6 семестр		
5	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [3].	11

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудо-емкость (часы)
	2. Подготовка к письменной аудиторной работе.	
6	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [1,4,8-10]. 2. Подготовка к письменной аудиторной работе.	11
7	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [2, 8-11]. 2. Подготовка к письменной аудиторной работе.	11
8	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [2, 6, 8-11]. 2. Подготовка к письменной аудиторной работе.	11
Итого за семестр б		44
Итого по дисциплине		87

5.7 Курсовые проекты

Курсовые проекты учебным планом не предусмотрены.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Крупский, В. Н. **Теория алгоритмов. Введение в сложность вычислений** [Электронный ресурс]: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В. Н. Крупский. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 117 с. — (Серия : Авторский учебник). — ISBN 978-5-534-04817-9. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/F55D893F-2F17-4BE9-988C-9B1B60BD43C1 — Загл. с экрана.

2. Мяготин А. В. **Алгоритмы, структуры данных и численные методы** [Текст]: учеб. пособие / Мяготин А.В. – СПбГУ ГА, С.-Петербург, 2015. - 117с. Количество экземпляров: 24.

3. Журавлев, Ю. И. **Дискретный анализ. Формальные системы и алгоритмы** [Электронный ресурс]: учебное пособие для академического бакалавриата / Ю. И. Журавлев, Ю. А. Флеров, М. Н. Вялый. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 318 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-06279-3. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/40A7221D-6EFC-4ACD-98A1-256A0A0D224A — Загл. с экрана.

4. Асанов, М.О. **Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы** [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М.О. Асанов, В.А. Баранский, В.В. Расин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 368 с. — ISBN —

978-5-8114-1068-2. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/536> . — Загл. с экрана.

б) дополнительная литература:

5. Спиричева, Н. Р. **Структура данных и основные алгоритмы** [Электронный ресурс] : учебное пособие - Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004. - 92 с. — Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/573/28573> . — Загл. с экрана. (дата обращения: 21.01.2021).

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

6. **Визуализация и программная реализация алгоритмов Algorithm Visualizer** [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://algorithms-visualizer.jasonpark.me/#path=backtracking/knight's_tour/basic . — Загл. с экрана. (Дата обращения: 21.01.2021).

7. **Алгоритмы теория и практика - видеоуроки** [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://stepik.org/course/217/syllabus> . — Загл. с экрана. (Дата обращения: 21.01.2021).

г) программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

8 **Единое окно доступа к образовательным ресурсам** [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный (Дата обращения: 21.01.2021).

9 **Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный. (Дата обращения: 21.01.2021).

10 **Электронно-библиотечная система издательства «Лань»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>, свободный. (Дата обращения: 21.01.2021).

11 **.Cygwin** [Программное обеспечение] — Режим доступа: <https://www.cygwin.com/> свободный. (Дата обращения: 21.01.2021).

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерные классы кафедры № 8 (ауд.: 800, 801, 803, 804), оборудованные для проведения практических работ средствами оргтехники,

персональными компьютерами, объединенными в сеть с выходом в Интернет, мультимедийным проектором.

Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием с соответствующим программным обеспечением: учебные версии пакетов Microsoft Word и Microsoft Excel, свободная среда программирования CygWin с компилятором GNU GCC.

8 Образовательные и информационные технологии

Дисциплина «Теория сложных вычислений и алгоритмов» предполагает использование следующих образовательных технологий: входной контроль, лекции, практические занятия и самостоятельная работа студента.

Входной контроль проводится преподавателем в начале изучения дисциплины с целью коррекции процесса усвоения студентами дидактических единиц. Он осуществляется по вопросам дисциплин, на которых базируется дисциплина «Теория сложных вычислений и алгоритмов» (п.2).

Лекция. Составляет основу теоретического обучения в рамках дисциплины и направлена на систематизированное изложение накопленных и актуальных научных знаний.

Практическое занятие: предназначено для отработки навыков использования приобретенных на лекционных занятиях теоретических знаний для решения прикладных и практических задач. На практических занятиях студент получает очередной блок заданий для самостоятельной работы и имеет возможность отчитаться по ранее выполненным заданиям.

Самостоятельная работа: является составной частью учебной работы. Ее основной целью является формирования навыка самостоятельного приобретения новых знаний по вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, работа с периодическими изданиями и научно-популярной литературой, в том числе находящейся в информационных сетях, отработка навыков работы со специализированными программными пакетами. Самостоятельная работа подразумевает выполнение учебных заданий, полученных на практических занятиях.

В рамках изучения дисциплины «Теория сложных вычислений и алгоритмов» предполагается использовать в качестве информационных технологий среду Microsoft Office и Cygwin.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов:

1. Конспект лекций.
2. Соответствующая учебная литература.
3. Офисные программные пакеты.

9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Фонд оценочных средств дисциплины «Теория сложных вычислений и алгоритмов» представляет собой комплекс методических и контрольных измерительных материалов, предназначенных для определения качества результатов обучения и уровня сформированности компетенций обучающихся в ходе освоения данной дисциплины. В свою очередь, задачами использования фонда оценочных средств являются осуществление как текущего контроля успеваемости студентов, так и промежуточной аттестации в форме зачета (экзамена).

Фонд оценочных средств дисциплины «Теория сложных вычислений и алгоритмов» для текущего включает: устные опросы и письменную аудиторную работу.

Устный опрос проводится на практических занятиях в течение 15 минут с целью контроля усвоения теоретического материала, излагаемого на лекции. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся.

Письменная аудиторная работа предназначена для проверки умений и навыков применять полученные знания для решения практических задач.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде зачета (5 семестр) и экзамена в 6 семестре. Зачет и экзамен предполагают устные ответы на 2 теоретических вопроса из перечня вопросов, вынесенных на промежуточную аттестацию, а также решение задачи.

9.1 Балльно-рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов по дисциплине

Не применяется.

9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

По итогам освоения дисциплины «Теория сложных вычислений и алгоритмов» проводится промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета и экзамена, что предполагает устный ответ студента по билетам на теоретические и практические вопросы из перечня.

Зачет является промежуточным этапом изучения дисциплины и дисциплины и имеет целью проверить и оценить учебную работу студентов, уровень полученных ими знаний, умение применять их к решению практических задач, овладение практическими навыками в объеме требований образовательной программы на промежуточном этапе формирования компетенции ПК-2.

Зачет по дисциплине проводится в период подготовки к зимней экзаменационной сессии 5 семестра обучения. К зачету допускаются студенты,

выполнившие все требования учебной программы. Зачет принимается преподавателем, ведущим занятия в данной группе по данной дисциплине, а также лектором данного потока, в помощь, решением заведующего кафедрой, могут назначаться преподаватели, ведущие занятия по данной дисциплине.

Экзамен является заключительным этапом изучения дисциплины и имеет целью проверить и оценить учебную работу студентов, уровень полученных ими знаний, умение применять их к решению практических задач, овладение практическими навыками в объеме требований образовательной программы на промежуточном этапе формирования компетенции ПК-2.

Экзамен по дисциплине проводится в период подготовки к летней экзаменационной сессии 6 семестра обучения. К экзамену допускаются студенты, выполнившие все требования учебной программы. Экзамен принимается преподавателем, ведущим занятия в данной группе по данной дисциплине, а также лектором данного потока, в помощь, решением заведующего кафедрой, могут назначаться преподаватели, ведущие занятия по данной дисциплине.

Экзамен (зачет) проводится в объеме материала рабочей программы дисциплины по билетам в устной форме в специально подготовленных учебных классах. Перечень вопросов и задач, выносимых на экзамен (зачет), обсуждаются на заседании кафедры и утверждаются заведующим кафедрой. Предварительное ознакомление студентов с билетами запрещается.

Экзаменационные билеты (билеты для зачета) содержат два вопроса по теоретической части дисциплины и одну задачу.

В ходе подготовки к экзамену (зачету) необходимо проводить консультации, побуждающие студентов к активной самостоятельной работе. На консультациях высказываются четко сформулированные требования, которые будут предъявляться на экзамене (зачете). Консультации должны решать вопросы психологической подготовки студентов к экзамену (зачету), создавать нужный настрой и вселять студентам уверенность в своих силах.

За 10 минут до начала экзамена(зачета) староста представляет группу преподавателю, который кратко напоминает студентам порядок проведения экзамена (зачета), требования к объему и методике изложения материала по вопросам билетов и т.д. После чего часть студентов вызываются для сдачи экзамена (зачета), остальные студенты располагаются в другой аудитории.

Вызванный студент - после доклада о прибытии для сдачи экзамена (зачета), представляет экзаменатору свою зачетную книжку, берет билет, получает чистые листы для записей и после разрешения садится за рабочий стол для подготовки. На подготовку к ответу студенту предоставляется до 30 минут. Общее время подготовки и ответа не должно превышать одного часа. В учебном классе, где принимается зачет, могут одновременно находиться студенты из расчета не более четырех на одного экзаменатора.

По готовности к ответу или по вызову экзаменатора студент отвечает на вопросы билета у доски. После ответа студента преподаватель имеет право задать ему дополнительные вопросы в объеме учебной программы.

В итоге проведенного зачета студенту выставляется оценка (зачет). Преподаватель несет личную ответственность за правильность выставленной оценки и оформления экзаменационной (зачетной) ведомости и зачетной книжки.

9.3 Темы курсовых проектов по дисциплине

В учебном плане курсовых проектов не предусмотрено.

9.4 Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам

1. Приведите определения терминов: *алгоритм, рекурсия, множество, натуральное число, граф, дерево.*

2. Докажите методом математической индукции

$$S(n) = \sum_{i=0}^N (a_0 + i\Delta) = \frac{2a_0 + N\Delta}{2} N$$

3. Докажите методом математической индукции

$$\sum_{i=0}^{K-1} 2^i = 2^K - 1$$

4. Напишите на любом известном языке программирования текст программ, решающей уравнение вида $kx + b = 0$.

5. Приведите формулу суммы N членов геометрической последовательности.

6. Приведите примеры алгоритма ветвления и цикла.

9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
I этап		

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
ПК-2	<p>ИД_{ПК2}¹</p> <p>ИД_{ПК2}²</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формальные определения для асимптотических O, Θ, Ω – нотаций, классы сложности алгоритмов, описывает классические алгоритмы. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обращаться с инструментами по определению вычислительной сложности и используемых объемов машинной памяти для заданного алгоритма (структуры данных); <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Называет класс (раздел) решаемой вычислительной проблемы
II этап		
ПК-2	<p>ИД_{ПК2}¹</p> <p>ИД_{ПК2}²</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - классические алгоритмы, приводит формальное доказательство эффективности алгоритма с использованием асимптотических характеристик, категоризирует алгоритмы по классам сложности. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Называет класс (раздел) решаемой вычислительной проблемы <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Определением алгоритмического решения вычислительной проблемы - Называет асимптотические оценки полученного решения

Шкала оценивания при проведении промежуточной аттестации «Отлично» выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания по рассматриваемой компетенции и умение уверенно применять их на практике при решении задач, свободное и правильное обоснование принятых решений. Отвечая на вопрос, может быстро и безошибочно проиллюстрировать ответ собственными примерами. Обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, дает обоснованную

оценку итогам решения.

«Хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задачи некоторые неточности, хорошо владеет всем содержанием, видит взаимосвязи, но не всегда делает это самостоятельно без помощи преподавателя. Обучающийся решает задачу верно, но при помощи преподавателя.

«Удовлетворительно» выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы в рамках заданной компетенции, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации. Отвечает только на конкретный вопрос, соединяет знания из разных разделов курса только при наводящих вопросах преподавателя. Ситуационная задача решена не полностью, или содержатся незначительные ошибки в расчетах.

«Неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины в рамках компетенций, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач. Не раскрыты глубина и полнота при ответах. Задача не решена даже при помощи преподавателя.

9.6 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам обучения по дисциплине

Типовые задания для письменной аудиторной работы (5 семестр)

1. Выведите формулу $T(n)$ для среднего случая алгоритма сортировки Insertion-Sort (average case), принимая во внимание что для элемента массива A на позиции i в среднем производится порядка $\lfloor i/2 \rfloor$ сдвигов во внутреннем цикле. Запишите полученное время используя Θ -нотацию.

2. При помощи метода математической индукции докажите, что сумма геометрической прогрессии a_1, a_2, \dots, a_n , где $a_i = a_1 \cdot q^{i-1}$ определяется как

$$S_n = \sum_{i=1}^n a_i = \frac{a_1(1 - q^n)}{1 - q}$$

3. Запишите псевдокод рекурсивной процедуры `sum_geom_series(n, a1, q)`, которая для заданных параметров находит сумму геометрической последовательности. Проведите анализ времени выполнения данной процедуры и запишите $T(n)$, используя рекуррентную и явную зависимость.

Типовые задания для письменной аудиторной работы (6 семестр)

1. Пусть граф $G = (V, E)$ - дерево. Докажите, что добавление любого ребра в множество E приведет к порождению цикла.
2. Для ненаправленного ациклического графа (дерево) докажите справедливость утверждения $|E| = |V| - 1$.

Типовые вопросы для устного опроса (5 семестр)

1. Определение алгоритма.
2. Описание алгоритма пузырьковой сортировки.
3. Худшее время выполнения пузырьковой сортировки.
4. Пример асимптотического анализа алгоритма.
5. Определение рекурсии.
6. Описание алгоритма сортировка слиянием (Merge-Sort).
7. Нижняя граница проблемы сортировки для общего случая.
8. Ограничения для исходных данных сортировки Count-Sort.
9. Определение графа.
10. Стоимостная функция графа.
11. Формальное определение графа.
12. Определение потока и сети.
13. Опишите проблему нахождения кратчайшего пути. Какие алгоритмы используются для решения данной проблемы?
14. В чем заключается проблема максимального потока?
15. Методы построения минимальных покрывающих деревьев.

Типовые вопросы для устного опроса (6 семестр)

1. Приведите примеры NP-полных задач.
2. Какие существуют методы для приближенного решения вычислительных проблем?
3. В чем заключается проблема поиска наименьшей окружности обрамления?
4. Определение выпуклой оболочки.
5. Перечислите вычислительные классы задач.
6. Определение подстроки. Проблема поиска подстроки.
7. Что означает полиномиальное время выполнения алгоритма?

Перечень типовых вопросов к зачету для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (5 семестр)

1. Формальное определение алгоритма.
2. Пример вычислительной проблемы.
3. Общее представление о сети. Исходная сеть, ее параметры.

4. Теорема Форда — Фалкерсона, ее алгоритм.
5. Поток в сети. Определение и параметры.
6. Алгоритм пузырьковой сортировки. Худшее время выполнения пузырьковой сортировки.
7. Определение и примеры рекуррентного выражения. Пример реализации стратегии разделяй и властвуй.
8. Алгоритм сортировка слиянием (Merge-Sort).
9. Концепция алгоритма быстрой сортировки Quicksort. Анализ времени выполнения.
10. Нижняя граница проблемы сортировки для общего случая.
11. Сортировка за линейное время методом Count-Sort.
12. Сортировка Binary Sort.
13. Представление графа последовательностью граней.
14. Представление графа матрицей смежностей.
15. Представление графа массивом смежных вершин.
16. Представление графа списком смежных вершин.
17. Проблема нахождения кратчайшего пути.
18. Алгоритм Дикстра. Общее время выполнения.
19. Алгоритмы обхода графа. Сравнение и анализ.
20. Минимальные покрывающие деревья и алгоритм построения Ярника-Прима.
21. Минимальные покрывающие деревья и алгоритм построения Крускала.

Перечень типовых вопросов к экзамену для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (6 семестр)

1. Классы P и NP.
2. Принадлежность классу NP задач с полиномиальной проверкой.
3. Полиномиальная сводимость. Сведение задачи о гамильтоновом цикле.
4. NP-полные задачи. NP-полнота задачи о выполнимости схемы.
5. NP-полные задачи. NP-полнота задачи о выполнимости формулы.
6. Анализ принадлежности к классу NP задачи о клике.
7. Анализ принадлежности к классу NP задачи о вершинном покрытии.
8. Анализ приближенных алгоритмов для решения задачи коммивояжера.
9. Критерии качества приближенных алгоритмов.
- 10.8. Анализ приближенных алгоритмов для решения задачи о сумме подмножества.
11. Методы нахождения выпуклой оболочки.
12. Методы нахождения наименьшей окружности обрамления.
13. Топологическая сортировка графа.
14. Алгоритм Беллман-Форда, анализ времени выполнения.
15. Поиск подстроки. Алгоритмы поиска и анализ времени выполнения.

Типовая задача для промежуточной аттестации (5 семестр)

Для следующего рекуррентного выражения

$$T(n) = \begin{cases} a & n = 1 \\ T(\lfloor n/2 \rfloor) + d \lfloor n/6 \rfloor & n > 1 \end{cases}$$

найдите формулу $T(n)$ в явном виде при помощи итерационного метода.

Типовая задача для промежуточной аттестации (6 семестр)

Пусть P_1 и P_2 - два выпуклых полигона на плоскости, каждый из которых представлен списком вершин (точек). Предложите алгоритм, который определяет выпуклую оболочку для объединения $P_1 \cup P_2$ за время $O(n_1 + n_2)$, где n_1 и n_2 число вершин в P_1 и P_2 , соответственно. (Для удобства можете предположить, что все координаты x точек P_1 меньше чем у вершин полигона P_2)

10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методика преподавания дисциплины «Теория сложных вычислений и алгоритмов» характеризуется совокупностью методов, приемов и средств обучения, обеспечивающих реализацию содержания и учебно-воспитательных целей дисциплины, которая может быть представлена как некоторая методическая система, включающая методы, приемы и средства обучения. Такой подход позволяет более качественно подойти к вопросу освоения дисциплины обучающимися.

Одну из основных ролей в организации учебного процесса по данной дисциплине играют лекционные занятия. В ходе занятий осуществляется теоретическое обучение студентов, привитие им необходимых умений и практических навыков, приобретаемых при изучении дисциплины.

Учебные занятия начинаются и заканчиваются по времени в соответствии с утвержденным режимом университета в аудиториях согласно семестровым расписаниям теоретических занятий. Допуск в аудиторию студентов, опоздавших на 15 минут от начала пары и более, запрещается. На занятиях, предусмотренных расписанием, обязаны присутствовать все обучающиеся. Освобождение студентов от занятий может проводиться только по письменным распоряжениям представителей деканата. Преподаватель обязан лично контролировать наличие студентов на занятиях.

Основными видами учебных занятий по дисциплине являются лекции и практические занятия. Объем и виды учебных занятий определены представленной рабочей программой дисциплины.

Лекции являются одним из важнейших видов образовательных технологий и составляют основу теоретической подготовки студентов по дисциплине. Они должны давать систематизированные основы научных знаний, концентрировать внимание студентов на наиболее сложных, проблемных вопросах, стимулировать их активную познавательную деятельность и способствовать формированию творческого и профессионального мышления.

Каждая лекция должна представлять собой устное изложение лектором основных теоретических положений изучаемой дисциплины или отдельной темы как логически законченное целое и иметь конкретную целевую установку. Лекции должны носить, как правило, проблемный характер. Основным методом в лекции выступает устное изложение лектором учебного материала, сопровождающееся демонстрацией схем, мультимедийных презентаций, диаграмм.

Порядок изложения материала лекции отражается в плане ее проведения.

Особое место в лекционном курсе по дисциплине занимают вводная и заключительная лекции.

Вводная лекция должна давать общую характеристику изучаемой дисциплины, подчеркивать новизну проблем, указывать ее роль и место в системе (структурно-логической схеме) изучения других дисциплин, раскрывать учебные и воспитательные цели и кратко знакомить студентов с содержанием и структурой курса, а также с организацией учебной работы по нему. На вводной лекции проводится входной контроль с целью установления общего уровня компетенций, освоенных студентом в ранее изученных дисциплинах.

Заключительная лекция должна давать научно-практическое обобщение изученной дисциплины, показывать перспективы развития изучаемой области знаний, навыков и практических умений.

Практические занятия по дисциплине имеют целью:

- углубление, расширение и конкретизацию теоретических знаний, полученных на лекции, до уровня, на котором возможно их практическое использование;

- отработку навыков и умений в пользовании соответствующем математическим и алгоритмическим аппаратом;

- отработку умения решения реальных прикладных задач;

- проверку теоретических знаний.

Основу практических занятий составляет работа каждого обучаемого (индивидуальная и (или) коллективная, по приобретению умений и навыков использования закономерностей, принципов, методов, форм и средств, составляющих содержание дисциплины в профессиональной деятельности и в подготовке к изучению дисциплин, формирующих компетенции выпускника). Практическим занятиям предшествуют лекции и целенаправленная самостоятельная подготовка студентов, поэтому практические занятия нужно

начитать с краткого обзора цели занятия, напоминания о его связи с лекциями. На практическом занятии студентам выдается в печатном виде блок вопросов (заданий). В ходе практического занятия студентом решаются указанные вопросы и на очередном практическом занятии проводится индивидуальная защита решений, оформленных отчетом, с целью установления их корректности и степени овладения той или иной компетенции. В случае нехватки времени, отведенного на практическое занятие, для нахождения решения задач, студент обязан выполнить их в рамках самостоятельной работы.

По результатам контроля знаний и умений преподаватель должен провести анализ хода и итогов практических занятий, отметить успехи студентов в решении учебной задачи, а также недостатки и ошибки, разобрать их причины и дать методические указания к их устранению. Таким образом, практические занятия являются важной формой обучения, в ходе которых знания студентов превращаются в профессиональные необходимые умения, навыки и компетенции.

Консультации являются одной из форм руководства работой студентов и оказания им помощи в самостоятельном изучении учебного материала. Они проводятся регулярно в процессе всего периода обучения (по мере возникновения потребности) по предварительной договоренности студентов с лектором (преподавателем) в часы самостоятельной работы и носят индивидуальный характер. При необходимости разъяснения общих вопросов нескольким или всем обучающимся учебной группы проводятся групповые консультации.

Преподаватель имеет право вызывать на консультацию тех студентов, которые не показывают глубоких знаний и не пользуются консультациями по своей инициативе. В этих случаях, преподаватель выясняет, работает ли студент систематически над учебным материалом, в какой степени усваивает его, в чем встречает наибольшие трудности. Установив фактическое положение дела, преподаватель дает рекомендации по самостоятельному изучению материала, решению трудных вопросов и при необходимости назначает срок повторной консультации.

Зачет и экзамен являются заключительными оценочными средствами в 5 и 6 семестре, по итогам которых выявляется общий уровень овладения студентом предусмотренных компетенций по тематическим вопросам всего курса.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика.

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 8 «Прикладная математика и информатика» «18» 05 2021 года, протокол № 2.

Разработчики:

к.т.н., доцент

Мяготин А.В.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

заведующий кафедрой № 8 «Прикладная математика и информатика»

к.т.н., доцент

Далингер Я.М.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

к.т.н., доцент

Далингер Я.М.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета «16» 11 ноября 2021 года, протокол № 7.