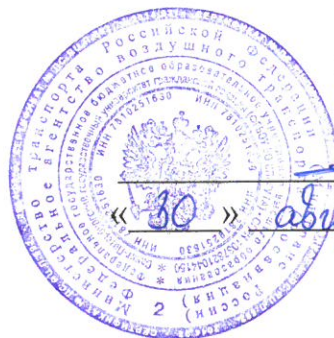


МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНТРАНС РОССИИ)
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)
ФГБОУ ВО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»
(ФГБОУ ВО СПбГУ ГА)

УТВЕРЖДАЮ

Первый
проректор-проректор
по учебной работе
Н.Н. Сухих
2017 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
2017

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.

Задачами освоения дисциплины «Теория сложных вычислений и алгоритмов» являются:

- формирование у обучающихся знаний об алгоритмах, способах оценки их эффективности и классах сложности алгоритмов;
- приобретение обучающимися умений разработки эффективных алгоритмов;
- овладение обучающимися навыками анализа оценки времени выполнения классических и разработанных алгоритмов.

Дисциплина обеспечивает подготовку выпускника к научно-исследовательскому виду профессиональной деятельности.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Теория сложных вычислений и алгоритмов» представляет собой дисциплину, относящуюся к Вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является дисциплиной по выбору.

Дисциплина «Теория сложных вычислений и алгоритмов» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Программные и аппаратные средства информатики», «Алгоритмы дискретной математики», «Теория графов и математическая логика».

Дисциплина «Теория сложных вычислений и алгоритмов» является обеспечивающей для следующих дисциплин: «Программирование в сети Internet», «Архитектура электронно-вычислительных машин», «Современные системы программирования», «Статистические методы анализа данных на электронно-вычислительных машинах», и для Производственной практики.

Дисциплина «Теория сложных вычислений и алгоритмов» изучается в 5 и 6 семестрах.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

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

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Готовность к самостоятельной работе (ОПК-1)	Знать: –основные информационные источники, посвященные теории сложных вычислений и алгоритмов;

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – разрабатывать алгоритмы и оценивать время выполнения. – самостоятельно строить процесс овладения информацией об алгоритмах и способах исследования их эффективности; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками использования алгоритмов для решения прикладных задач;
Способность выявить естественно – научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовностью использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат (ПК-9)	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – классы сложности алгоритмов, классические алгоритмы, методы оценки эффективности алгоритмов; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – решать задачи теоретического и прикладного характера из различных разделов теории алгоритмов, доказывать утверждения, строить модели объектов и понятий; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методами оценки эффективности алгоритмов, определение их корректности, математическим аппаратом теории алгоритмов, методами доказательства утверждений в этой области, навыками алгоритмизации основных задач.

4 Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Наименование	Всего часов	Семестр	
		5	6
Общая трудоемкость дисциплины	252	108	144
Контактная работа:	110	56	54
лекции	46	28	18
практические занятия	64	28	36
семинары	–	–	–
лабораторные работы	–	–	–
курсовой проект (работа)	–	–	–
Самостоятельная работа студента	97	43	54
Промежуточная аттестация:	45	9	36

5 Содержание дисциплины

5.1 Соотнесения тем (разделов) дисциплины и формируемых компетенций

Темы (разделы) дисциплины	Количество часов	Компетенции		Образовательные технологии	Оценочные средства
		ОПК-1	ПК-9		
Тема 1. Введение в теорию сложных вычислений и алгоритмов	14	+		ВК, Л, ПЗ, СРС	ПАР
Тема 2. Алгоритмы сортировки.	22	+	+	Л, ПЗ, СРС	ПАР, У
Тема 3. Алгоритмы на графах	36	+	+	Л, ПЗ, СРС	ПАР, У
Тема 4. Максимальный поток.	27	+	+	Л, ПЗ, СРС	ПАР, У
Тема 5. NP-полнота.	28	+	+	Л, ПЗ, СРС	ПАР, У
Тема 6. Приближенные алгоритмы.	26	+	+	Л, ПЗ, СРС	ПАР, У
Тема 7. Алгоритмы вычислительной геометрии.	28	+	+	Л, ПЗ, СРС	ПАР, У
Тема 8. Алгоритмы поиска подстроки	26	+	+	Л, ПЗ, СРС	ПАР, У
Всего по дисциплине	207				
Промежуточная аттестация	45				
Итого по дисциплине	252				

Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, ВК – входной контроль, ПАР – письменная аудиторная работа, У – устный опрос.

5.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

Наименование темы (раздела) дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
5 семестр							
Тема 1. Введение в теорию сложных вычислений и алгоритмов	4	4			6		14
Тема 2. Алгоритмы сортировки.	6	8			8		22
Тема 3. Алгоритмы на графах	10	8			18		36
Тема 4. Максимальный поток.	8	8			11		27
Всего за семестр 5	28	28			43		99
Промежуточная аттестация							9
Итого за семестр 5							108
6 семестр							
Тема 5. NP-полнота.	4	10			14		28
Тема 6. Приближенные алгоритмы.	4	8			14		26
Тема 7. Алгоритмы вычислительной геометрии.	6	10			12		28
Тема 8. Алгоритмы поиска подстроки	4	8			14		26
Всего за семестр 6	18	36			54		108
Промежуточная аттестация							36
Итого за семестр 6							144
Итого по дисциплине							252

Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, С – семинар, ЛР – лабораторная работа, КР – курсовая работа.

5.3 Содержание 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 наикратчайшего 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 (семинары)

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (часы)
5 семестр		
1	Практическое занятие №1. Псевдокоды, алгоритмы и величины, линейные вычислительные алгоритмы, ветвление и циклы в вычислительных алгоритмах, вспомогательные алгоритмы и процедуры	2
	Практическое занятие №2. Методы определения вычислительной сложности алгоритмов. Асимптотическая форма записи для временных и пространственных затрат. Рекуррентные выражения.	2
2	Практическое занятие №3. Анализ времени выполнения алгоритмов сортировки Insertion-Sort, Merge Sort	2
	Практическое занятие №4. Анализ времени выполнения алгоритмов сортировки Quick-Sort, Count-Sort. Проблема нижней границы сортировки	2
	Практическое занятие №5. Вычисление рекуррентных выражений	2
	Практическое занятие №6. Анализ алгоритма сортировки с помощью двоичной кучи	2
3	Практическое занятие №7. 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.	2
	Практическое занятие №8. Анализ работы алгоритма поиска кратчайших путей для ациклического направленного графа. Анализ	2

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (часы)
	работы алгоритма Дикстра.	
	Практическое занятие №9. Анализ работы алгоритма Беллман-Форда поиска наикратчайших путей для графов, с отрицательными стоимостями граней	2
	Практическое занятие №10. Минимальные покрывающие деревья. Работа алгоритмов Крускала и Ярника-Прима для построения минимальных покрывающих деревьев.	2
4	Практическое занятие №11. Анализ метода Форда-Фалкерсона. Общая схема алгоритма Форда-Фалкерсона. Оценка времени выполнения.	2
	Практическое занятие №12. Анализ алгоритма Эдмондса-Карпа на сети.	2
	Практическое занятие №13. Анализ алгоритма проталкивания предпотока. Идея метода и основные операции.	2
	Практическое занятие №14. Анализ алгоритма поднять-и-в-начало.	2
Всего за семестр 5		28
6 семестр		
5	Практическое занятие №1-2. Способы решения задачи о поиске гамильтонова цикла в графе. Оценка времени выполнения.	4
	Практическое занятие №3. Задача о выполнимости схем. Принадлежность к классу NP.	2
	Практическое занятие №4-5. Задача о клике, задача о вершинном покрытии. Принадлежность к классу NP.	4
	Практическое занятие №6. Оптимальное вершинное покрытие.	2
6	Практическое занятие №7-8. Анализ задачи коммивояжера. Общая постановка и постановка при условии выполнения неравенства треугольника	4
	Практическое занятие №9. Оценка способов решения задачи о сумме подмножества. Оптимизация задачи.	2
7	Практическое занятие №10-11. Алгоритм Грэхема поиска выпуклой оболочки и	4

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (часы)
	функция ориентации	
	Практическое занятие №12-13. Анализ работы алгоритмов нахождения наименьшей окружности обрамления	4
	Практическое занятие №14. Разбор работы алгоритма Sweep Line	2
8	Практическое занятие №15-16. Алгоритмы поиска подстроки – метод Кнута-Мориса-Прата	4
	Практическое занятие №17-18. Практическое занятие №14. Расчеты функции сдвигов. Алгоритм Бойера-Мура. Суффиксные деревья.	4
Всего за семестр 6		36
Итого по дисциплине		64

5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
5 семестр		
1	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [2, 4, 11]. 2. Подготовка к письменной аудиторной работе.	6
2	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [1, 4]. 2. Подготовка к письменной аудиторной работе.	8
3	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [1, 3, 8-10]. 2. Подготовка к письменной аудиторной работе.	18
4	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [1, 5, 7,11]. 2. Подготовка к письменной аудиторной работе.	11
Всего за семестр 5		43

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудо-емкость (часы)
6 семестр		
5	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [2]. 2. Подготовка к письменной аудиторной работе.	14
6	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [1,5,8-10]. 2. Подготовка к письменной аудиторной работе.	14
7	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [3, 8-11]. 2. Подготовка к письменной аудиторной работе.	12
8	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [3, 6, 8-11]. 2. Подготовка к письменной аудиторной работе.	26
Всего за семестр 6		36
Итого по дисциплине		97

5.7 Курсовые работы

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. 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.

2. Вирт, Н. **Алгоритмы и структуры данных. Новая версия для Оберона** [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н. Вирт. — Электрон. дан. — Москва: ДМК Пресс, 2010. — 272 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1261> — Загл. с экрана.

б) дополнительная литература:

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

4. Крупский, В. Н. **Теория алгоритмов. Введение в сложность вычислений: учеб. пособие для бакалавриата и магистратуры** / В. Н.

Крупский. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 117 с. — (Серия: Авторский учебник). — ISBN 978-5-534-04817-9. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/A5B50986-FA63-4E27-90DE-E49FCAEF038A

5. 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.

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

6 . **Визуализация и программная реализация алгоритмов Algorithm Visualizer** [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://algorithvisualizer.jasonpark.me/#path=backtracking/knight's_tour/basic . — Загл. с экрана. (Дата обращения: 26.07.2017).

7 . **Алгоритмы теория и практика - видеоуроки** [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://stepik.org/course/217/syllabus> .— Загл. с экрана. (Дата обращения: 26.07.2017).

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: 26.07.2017).

9 **Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный. (Дата обращения: 26.07.2017).

10 **Электронно-библиотечная система издательства «Лань»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>, свободный. (Дата обращения: 26.07.2017).

11 **Cygwin** [Программное обеспечение] — Режим доступа: <https://www.cygwin.com/> свободный. (Дата обращения: 26.07.2017).

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерные классы кафедры № 8 (ауд.: 800, 801, 803, 804) с доступом в Интернет, переносной проектор.

Информационно-справочные и материальные ресурсы библиотеки СПбГУГА.

Лицензионное программное обеспечение: Microsoft Office, Cygwin.

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.

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

5 семестр

Тема/вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
	минимальное значение	минимальное значение		
Контактная работа				
<i>Аудиторные занятия</i>				
Лекция №1-14	7	10,5	1-14	
Практическое занятие №1-14	14	17,5	1-14	
Письменная аудиторная работа №1-4	24	42	1-14	
Итого по обязательным видам занятий	45	70		
Зачет	15	30		
Итого по дисциплине	60	100		
<i>Премияльные виды деятельности (для учета при определении рейтинга)</i>				
Научные публикации по темам дисциплины		10		
Участие в конференциях по темам дисциплины		10		
Итого дополнительно премиальных баллов		20		
Всего по дисциплине для рейтинга		120		
Перевод баллов балльно-рейтинговой системы в оценку для зачета				
Количество баллов по БРС		Оценка		
60 и более		«зачтено»		
менее 60		«не зачтено»		

6 семестр

Тема/вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
	минимальное значение	минимальное значение		
Контактная работа				
<i>Аудиторные занятия</i>				
Лекция №1-9	4,5	6,75	1-18	
Практическое занятие №1-18	18	27	1-18	
Письменная аудиторная работа №1-3	16,5	24,75	1-17	
Письменная аудиторная работа №4	6	11,5	18	
Итого по обязательным видам занятий	45	70		
Экзамен	15	30		
Итого по дисциплине	60	100		
<i>Премияльные виды деятельности (для учета при определении рейтинга)</i>				
Научные публикации по теме дисциплины		5		
Участие в конференциях по теме дисциплины		5		
Участие в предметной олимпиаде		5		
Прочее		5		
Итого дополнительно премиальных баллов		20		
Всего по дисциплине (для рейтинга)		120		
Перевод баллов балльно-рейтинговой системы в оценку по «академической» шкале				
Количество баллов по БРС		Оценка (по «академической» шкале)		

Тема/вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядко-вый номер недели с начала семестра)	Примечание
	минимальное значение	минимальное значение		
90 и более	5 – «отлично»			
75÷89	4 – «хорошо»			
60÷74	3 – «удовлетворительно»			
менее 60	2 – «неудовлетворительно»			

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

5 семестр:

Посещение лекционного занятия с ведением конспекта оценивается от 0,5 до 0,75 баллов. Посещение практического занятия с ведением конспекта оценивается от 1 до 1,25 баллов, в зависимости от результатов устного опроса. Письменная аудиторная работа, в зависимости от сложности, оценивается от 6 до 10,5 баллов.

6 семестр:

Посещение лекционного занятия с ведением конспекта оценивается от 0,5 до 0,75 баллов. Посещение практического занятия с ведением конспекта оценивается от 1 до 1,5 баллов, в зависимости от результатов устного опроса. Письменная аудиторная работа, в зависимости от сложности, оценивается от 5,5 до 8,25 баллов (ПАР №4 от 6 до 11,5 баллов).

9.3 Темы курсовых работ (проектов) по дисциплине

Написание курсовых работ (проектов) учебным планом не предусмотрено.

9.4 Контрольные задания 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

Критерий	Этапы формирования	Показатель
<i>Готовность к самостоятельной работе (ОПК-1)</i>		
Знать: – основные информационные источники, посвященные теории сложных вычислений и алгоритмов;	1 этап формирования	– перечисляет примеры информационных источников, посвященных тематике дисциплины
	2 этап формирования	– корректно формулирует строку поиска для выполнения информационного запроса
Уметь: – разрабатывать алгоритмы и оценивать время выполнения.	1 этап формирования	- воспроизводит классические методы решения вычислительных проблем
	2 этап формирования	- анализирует существующие методы решения вычислительных проблем - создает собственные алгоритмы для решения вычислительных проблем - оценивает время выполнения алгоритмов
– самостоятельно строить процесс овладения информацией об алгоритмах и способах исследования их эффективности	1 этап формирования	– называет класс решаемой вычислительной проблемы
	2 этап формирования	– разбивает работу алгоритма на отдельные этапы с возможностью оценки производительности отдельных блоков;
Владеть: – навыками использования алгоритмов для	1 этап формирования	- определяет алгоритмическое решение вычислительной проблемы, называет асимптотическую оценку алгоритма

Критерий	Этапы формирования	Показатель
решения прикладных задач	2 этап формирования	– соотносит реальные измеренные временные (пространственные) оценки теоретическим асимптотическим характеристикам
<i>Способность выявить естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовностью использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат (ПК-9)</i>		
Знать: – классы сложности алгоритмов, детерминированные и недетерминированные алгоритмы, классические алгоритмы, методы оценки эффективности алгоритмов	1 этап формирования	- называет формальные определения для асимптотических O , Θ , Ω – нотаций, классы сложности алгоритмов, описывает классические алгоритмы.
	2 этап формирования	- анализирует классические алгоритмы, приводит формальное доказательство эффективности алгоритма с использованием асимптотических характеристик, категоризирует алгоритмы по классам сложности.
Уметь: – решать задачи теоретического и прикладного характера из различных разделов теории алгоритмов, доказывать утверждения, строить модели объектов и понятий	1 этап формирования	- составляет решение вычислительной проблемы с использованием псевдокода, перечисляет методы анализа и построения алгоритмов.
	2 этап формирования	- определяет алгоритм решения прикладной задачи и составляет его с использованием заданного языка программирования, доказывает утверждения теории сложных вычислений и алгоритмов
Владеть: -методами оценки эффективности алгоритмов, определение их	1 этап формирования	-использует асимптотическую нотацию для определения вычислительной сложности алгоритма, называет способы определения корректности алгоритма

Критерий	Этапы формирования	Показатель
корректности, математическим аппаратом теории алгоритмов, методами доказательства утверждений в этой области, навыками алгоритмизации основных задач	2 этап формирования	-приводит доказательство вычислительной алгоритма, математические доказательства выполнения алгоритма формальное заявленной сложности использует методы для корректности разрабатываемого

Характеристики шкалы оценивания приведены ниже.

1. Максимальное количество баллов за экзамен (зачет) – 30. Минимальное (зачетное) количество баллов – 15 баллов (что соответствует «зачтено» в случае зачета и «удовлетворительно» в случае экзамена).
2. При наборе менее 15 баллов – экзамен (зачет) не сдан по причине недостаточного уровня знаний.
3. Оценка экзамена (отметка «зачтено») выставляется как сумма набранных баллов за ответы на вопросы билета и за решение задачи.
4. Ответы на вопросы билета оцениваются следующим образом:
 - 1 балл: отсутствие продемонстрированных знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта (нет ответа на вопрос) или отказ от ответа;
 - 2 балла: нет удовлетворительного ответа на вопрос, демонстрация фрагментарных знаний в рамках образовательного стандарта, незнание лекционного материала;
 - 3 балла: нет удовлетворительного ответа на вопрос, много наводящих вопросов, отсутствие ответов по основным положениям вопроса, незнание лекционного материала;
 - 4 балла: ответ удовлетворительный, оценивается как минимально необходимые знания по вопросу, при этом студентом продемонстрировано хотя бы минимальное знание всех разделов вопроса в пределах лекционного материала. При этом студентом демонстрируется достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта;
 - 5 баллов: ответ удовлетворительный, достаточные знания в объеме учебной программы, ориентированные на воспроизведение; использование научной (технической) терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
 - 6 баллов: ответ удовлетворительный, студент достаточно ориентируется в основных аспектах вопроса, демонстрирует полные и систематизированные знания в объеме учебной программы;

– 7 баллов: ответ хороший (достаточное знание материала), но требовались наводящие вопросы, студент демонстрирует систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;

– 8 баллов: ответ хороший, ответом достаточно охвачены все разделы вопроса, единичные наводящие вопросы; студент демонстрирует способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы;

– 9 баллов: систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; студент демонстрирует способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы;

– 10 баллов: ответ на вопрос полный, не было необходимости в дополнительных (наводящих вопросах); студент демонстрирует систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы.

5. Решение задачи оценивается следующим образом:

– 10 баллов: задание выполнено на 91-100 %, решение и ответ аккуратно оформлены, выводы обоснованы, дана правильная и полная интерпретация выводов, студент аргументированно обосновывает свою точку зрения, уверенно и правильно отвечает на вопросы преподавателя;

– 9 баллов: задание выполнено на 86-90 %, решение и ответ аккуратно оформлены, выводы обоснованы, дана правильная и полная интерпретация выводов, студент аргументированно обосновывает свою точку зрения, правильно отвечает на вопросы преподавателя;

– 8 баллов: задание выполнено на 81-85 %, ход решения правильный, незначительные погрешности в оформлении; правильная, но не полная интерпретация выводов, студент дает верные, но не полные ответы на вопросы преподавателя, испытывает некоторые затруднения в интерпретации полученных выводов;

– 7 баллов: задание выполнено на 74-80 %, ход решения правильный, значительные погрешности в оформлении; правильная, но не полная интерпретация выводов, студент дает правильные, но не полные ответы на вопросы преподавателя, испытывает определенные затруднения в интерпретации полученных выводов;

– 6 баллов: задание выполнено 66-75 %, подход к решению правильный, есть ошибки, оформление с незначительными погрешностями, неполная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы;

– 5 баллов: задание выполнено на 60-65 %, подход к решению правильный, есть ошибки, значительные погрешности при оформлении, неполная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы;

– 4 балла: задание выполнено на 55-59 %, подход к решению правильный, есть ошибки, значительные погрешности при оформлении, неполная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы;

- 3 балла: задание выполнено на 41-54 %, решение содержит грубые ошибки, неаккуратное оформление работы, неправильная интерпретация выводов, студент дает неправильные ответы на вопросы преподавателя;
- 2 балла: задание выполнено на 20-40 %, решение содержит грубые ошибки, неаккуратное оформление работы, выводы отсутствуют; не может прокомментировать ход решения задачи, дает неправильные ответы на вопросы преподавателя;
- 1 балл: задание выполнено менее, чем на 20 %, решение содержит грубые ошибки, студент не может прокомментировать ход решения задачи, не способен сформулировать выводы по работе.

9.6 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

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 наикратчайшего 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 наикратчайшего 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. На занятиях, предусмотренных расписанием, обязаны присутствовать все обучающиеся. Освобождение студентов от занятий может проводиться только по письменным распоряжениям представителей деканатом. 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 начинать 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, 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».

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры №16 Прикладной математики

«22» декабря 2014 года, протокол № 5.

Разработчики:

к.т.н.


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

Мяготин А.В.

Заведующий кафедрой № 8 Прикладной математики и информатики

к.т.н., доцент


(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Далингер Я.М.

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

к.т.н., доцент


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

Далингер Я.М.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета «21» января 2015 года, протокол № 4.

С изменениями и дополнениями от «30» августа 2017 года, протокол № 10 (в соответствии с Приказом от 5 апреля 2017 г. № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»).