МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Алгоритмы и анализ их сложности

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **01.04.02 Прикладная математика и информатика**
Направленность (профиль): **Математическое и программное обеспечение вычислительных комплексов и компьютерных сетей**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФСУ, Факультет систем управления**
Кафедра: **АСУ, Кафедра автоматизированных систем управления**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные занятия	18	18	часов
4	Всего аудиторных занятий	54	54	часов
5	Из них в интерактивной форме	6	6	часов
6	Самостоятельная работа	126	126	часов
7	Всего (без экзамена)	180	180	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	216	216	часов
		6.0	6.0	З.Е

Экзамен: 1 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 12709

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 1 от «12» 2 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 01.04.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного 2015-08-28 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

профессор каф. АСУ _____ Горитов А. Н.

Заведующий обеспечивающей каф.
АСУ _____ Кориков А. М.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ФСУ _____ Сенченко П. В.

Заведующий выпускающей каф.
АСУ _____ Кориков А. М.

Эксперты:

Доцент Каф. АСУ _____ Исакова А. И.

Согласована на портале № 12709

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

изучение основных методов разработки алгоритмов обработки данных и анализ этих алгоритмов, взаимосвязь алгоритмов и структур данных

1.2. Задачи дисциплины

– изучение основных типов структур данных, классификация алгоритмических задач по сложности, алгоритмы решения базовых задач

– умение разрабатывать алгоритмы и программы обработки данных на алгоритмических языках

– владение базовыми структурами данных языков программирования, методами разработки алгоритмов, математическими методами анализа алгоритмов

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Алгоритмы и анализ их сложности» (Б1.В.ОД.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: .

Последующими дисциплинами являются: Методы и алгоритмы параллельного программирования, Обработка изображения, Распознавание образов и сцен.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОК-1 способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;

– ОПК-4 способностью использовать и применять углубленные знания в области прикладной математики и информатики;

– ПК-1 способностью проводить исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива;

– ПК-2 способностью разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** основные методы разработки машинных алгоритмов; методы оценки вычислительных алгоритмов; основные алгоритмы решения классических задач информатики.

– **уметь** разрабатывать алгоритмы, используя изложенные в курсе общие схемы, методы и приемы построения алгоритмов; выбирать подходящие структуры данных для представления информационных структур; определять вычислительную сложность алгоритмов.

– **владеть** методами разработки и анализа машинных алгоритмов решения задач.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		1 семестр
Аудиторные занятия (всего)	54	54
Лекции	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	18	18
Из них в интерактивной форме	6	6
Самостоятельная работа (всего)	126	126
Оформление отчетов по лабораторным работам	18	18

Согласована на портале № 12709

Проработка лекционного материала	26	26
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	64	64
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	18	18
Всего (без экзамена)	180	180
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость ч	216	216
Зачетные Единицы Трудоемкости	6.0	6.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1 семестр						
1 Алгоритмы и их сложность	2	2	0	4	8	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
2 NP-полные и труднорешаемые задачи	2	2	0	6	10	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
3 Методы разработки алгоритмов	2	4	0	22	28	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
4 Алгоритмы на графах	4	2	4	28	38	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
5 Кратчайшие пути в графе	4	2	4	26	36	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
6 Задачи о потоках	2	2	4	26	34	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
7 Двудольные графы	2	4	6	14	26	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
Итого за семестр	18	18	18	126	180	
Итого	18	18	18	126	180	

Согласована на портале № 12709

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Алгоритмы и их сложность	Алгоритмы и их классификация.Вычислительная сложность алгоритмов и ее оценка.	2	ОК-1, ПК-1
	Итого	2	
2 NP-полные и труднорешаемые задачи	Массовая и индивидуальная задачи. Сложность алгоритма. Полиномиальные алгоритмы и класс P. Недетерминированные алгоритмы и класс NP. Полиномиальная преобразуемость задач. NP-трудные и NP-полные задачи.	2	ОК-1, ПК-1
	Итого	2	
3 Методы разработки алгоритмов	Метод декомпозиции. Пример. Поиск с возвратом. Общий алгоритм. Пример. Метод ветвей и границ. Примеры применения метода ветвей и границ.	2	ОК-1, ПК-1
	Итого	2	
4 Алгоритмы на графах	Фундаментальные алгоритмы на графах: Поиск в графе. Поиск в ширину. Поиск в глубину. Остовные деревья графа. Связные компоненты. Построение и свойства остовных деревьев при поиске в глубину и в ширину. Фундаментальное множество циклов графа. Алгоритм отыскания фундаментального множества циклов в графе.	4	ОК-1, ПК-1
	Итого	4	
5 Кратчайшие пути в графе	Кратчайшие пути в графе. Кратчайшие пути от фиксированной вершины. Алгоритм Беллмана-Форда. Случай неотрицательных весов: алгоритм Дейкстры. Кратчайшие пути в бесконтурном графе. Топологическая сортировка. Кратчайшие пути между всеми парами вершин. Матрица смежности, матрица достижимости и транзитивное замыкание отношения, алгоритм Уоршалла.	4	ОК-1, ПК-1
	Итого	4	

Согласована на портале № 12709

6 Задачи о потоках	Задача о максимальном потоке. Транспортные сети и потоки. Алгоритм Форда-Фалкерсона.	2	ОК-1, ПК-1
	Итого	2	
7 Двудольные графы	Паросочетание. Алгоритм определение максимального паросочетания. Задача о полном паросочетании	2	ОК-1, ПК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представ-лены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин						
	1	2	3	4	5	6	7
Последующие дисциплины							
1 Методы и алгоритмы параллельного программирования	+	+	+	+	+	+	+
2 Обработка изображения	+	+	+	+			
3 Распознавание образов и сцен	+	+	+	+	+		

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
ОК-1	+	+	+	+	Экзамен, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Компонент своевременности, Опрос на занятиях

Согласована на портале № 12709

ОПК-4		+	+	+	Экзамен, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Компонент своевременности, Опрос на занятиях
ПК-1	+	+	+	+	Экзамен, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Компонент своевременности, Опрос на занятиях
ПК-2		+	+	+	Экзамен, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Всего
1 семестр		
Работа в команде	2	2
Поисковый метод	2	2
Презентации с использованием слайдов с обсуждением	2	2
Итого за семестр:	6	6
Итого	6	6

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
4 Алгоритмы на графах	Алгоритмы на графах	4	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
5 Кратчайшие пути в графе	Кратчайшие пути в графе	4	ОК-1,

Согласована на портале № 12709

	Итого	4	ОПК-4, ПК-1, ПК-2
6 Задачи о потоках	Задачи о потоках	4	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
7 Двудольные графы	Двудольные графы	6	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
	Итого	6	
Итого за семестр		18	

8. Практические занятия (семинары)

Тематика практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Тематика практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Алгоритмы и их сложность	Задачи по теме «Вычислительная сложность алгоритмов»	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
2 NP-полные и труднорешаемые задачи	NP-полные и труднорешаемые задачи	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
3 Методы разработки алгоритмов	Задачи по теме «Метод ветвей и границ»	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
	Решение задач с помощью алгоритма с возвратом.	2	
	Итого	4	
4 Алгоритмы на графах	Задачи по теме "Фундаментальные алгоритмы на графах"	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
5 Кратчайшие пути в графе	Задачи по теме «Кратчайшие пути во взвешенном графе»	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
6 Задачи о потоках	Задачи о потоках.	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
7 Двудольные графы	Задачи по теме "Задача о	2	ОК-1,

Согласована на портале № 12709

	паросочетании"		ОПК-4, ПК-1, ПК-2
	Задача о полном паросочетании	2	
	Итого	4	
Итого за семестр		18	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
1 семестр				
1 Алгоритмы и их сложность	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2	Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		
2 NP-полные и труднорешаемые задачи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2	Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	6		
3 Методы разработки алгоритмов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	16		
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	22		
4 Алгоритмы на графах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2	Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	16		

Согласована на портале № 12709

	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	28		
5 Кратчайшие пути в графе	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2	Защита отчета, Компонент своевременности, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	16		
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	26		
6 Задачи о потоках	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2	Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	16		
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	26		
7 Двудольные графы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2	Защита отчета, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	14		
Итого за семестр		126		
	Подготовка к экзамену / зачету	36		Экзамен
Итого		162		

Согласована на портале № 12709

9.1. Темы для самостоятельного изучения теоретической части курса

1. Динамическое программирование. Методология динамического программирования.
2. Задача определения наиболее длинной общей подпоследовательности.
3. Задача построения оптимального бинарного дерева поиска.
4. Решение задачи о потоке алгоритмами Эдмондса-Карпа и Диница.
5. Задача о потоке минимальной стоимости.
6. Вычисление расстояний между всеми парами вершин, одновременное построение путей. Алгоритм Флойда-Уоршалла.
7. Минимальное остовное дерево. Алгоритм Прима. Алгоритм Крускала.

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
1 семестр				
Защита отчета	6	6	6	18
Компонент своевременности	5	5	5	15
Конспект самоподготовки	3	3	4	10
Опрос на занятиях	5	5	5	15
Отчет по лабораторной работе	4	4	4	12
Итого максимум за период	23	23	24	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	23	46	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)

Согласована на портале № 12709

5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Модели и алгоритмы управления жизненным циклом программного продукта: Монография / Ехлаков Ю. П., Янченко Е. А., Бараксанов Д. Н. - 2013. 197 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3900, дата обращения: 01.02.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. Гагарина, Л.Г., Колдаев В.Д. Алгоритмы и структуры данных: Учебное пособие для вузов. – М: Финансы и статистика; 2009. – 304 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 60 экз.)
2. Горитов, А.Н. Основы структур и алгоритмов обработки данных: Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2007. – 229 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)
3. Макконелл, Дж. Основы современных алгоритмов. 2-е дополненное издание. – Мо-сква: Техносфера, 2004. – 366 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 9 экз.)
4. Иванов, Б.Н. Дискретная математика. Алгоритмы и программы: Учебное пособие. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2003. – 288 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)
5. Окулов, С.М. Программирование в алгоритмах. – 2-е изд., доп. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006 . – 384 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)
6. Новиков, Ф.А. Дискретная математика для программистов : Учебное пособие для вузов / Ф. А. Новиков. - 2-е изд. - СПб. ; М. ; Нижний Новгород : Питер, 2007. - 363[5] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 80 экз.)
7. Андерсон, Д.А. Дискретная математика и комбинаторика : Пер. с англ. / Д. А. Андерсон ; пер. : М. М. Белова. - М. ; СПб. ; Киев : Вильямс, 2004. - 957[3] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 10 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Горитов А.Н. Алгоритмы и анализ их сложности: методические указания по практическим занятиям студентов всех форм обучения для направления 01.04.02 (010400) – «Прикладная математика и информатика» (квалификация (степень) «магистр»). Томск: ТУСУР, 2015. – 8 с. [Электронный ресурс]. - http://asu.tusur.ru/learning/mag010400/d10/m010400_d10_pract.pdf
2. Горитов А.Н. Алгоритмы и анализ их сложности: методические указания по лабораторным работам студентов всех форм обучения для направления 01.04.02 (010400) – «Прикладная математика и информатика» (квалификация (степень) «магистр»). Томск: ТУСУР, 2015. – 10 с. [Электронный ресурс]. - http://asu.tusur.ru/learning/mag010400/d10/m010400_d10_labs.pdf
3. Горитов А.Н. Алгоритмы и анализ их сложности: методические указания по самостоятельной и индивидуальной работе студентов всех форм обучения для направления 01.04.02 (010400) – «Прикладная математика и информатика» (квалификация (степень) «магистр»). Томск: ТУСУР, 2015. – 8 с. [Электронный ресурс]. - http://asu.tusur.ru/learning/mag010400/d10/m010400_d10_work.pdf

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся

Согласована на портале № 12709

из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Информационно-справочные и поисковые системы сети Интернет.
2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение: ОС MS Windows XP, MS Office 2007, LibreOffice, CodeBlocks.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 4 этаж, ауд. 439, 438, 437. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. -14 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Windows Server 2008 R2; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003; VirtualBox 6.2. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 4 этаж, ауд. 439, 438, 437. Состав оборудования: Учебная мебель; Экран с электроприводом DRAPER BARONET – 1 шт.; Мультимедийный проектор TOSHIBA – 1 шт.; Компьютеры класса не ниже Intel Pentium G3220 (3.0GHz/4Mb)/4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet, с мониторами типа Samsung 18.5" S19C200N– 18 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft SQL-Server 2005; Matlab v6.5

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 74, 1 этаж, ауд. 100. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Согласована на портале № 12709

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;

Согласована на портале № 12709

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 12709

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Алгоритмы и анализ их сложности

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **01.04.02 Прикладная математика и информатика**
Направленность (профиль): **Математическое и программное обеспечение вычислительных комплексов и компьютерных сетей**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФСУ, Факультет систем управления**
Кафедра: **АСУ, Кафедра автоматизированных систем управления**
Курс: **1**
Семестр: **1**

Учебный план набора 2015 года

Разработчики:
- профессор каф. АСУ Горитов А. Н.

Экзамен: 1 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 12709

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ОК-1	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	Должен знать основные методы разработки машинных алгоритмов; методы оценки вычислительных алгоритмов; основные алгоритмы решения классических задач информатики.; Должен уметь разрабатывать алгоритмы, используя изложенные в курсе общие схемы, методы и приемы построения алгоритмов; выбирать подходящие структуры данных для представления информационных структур; определять вычислительную сложность алгоритмов.; Должен владеть методами разработки и анализа машинных алгоритмов решения задач.;
ОПК-4	способностью использовать и применять углубленные знания в области прикладной математики и информатики	
ПК-1	способностью проводить исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива	
ПК-2	способностью разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

Согласована на портале № 12709

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОК-1

ОК-1: способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает основные методы разработки машинных алгоритмов.	Умеет разрабатывать алгоритмы, используя изложенные в курсе общие схемы, методы и приемы построения алгоритмов, а также анализировать их эффективность.	Владеет методами разработки и анализа машинных алгоритмов решения задач.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Знает основные методы разработки машинных алгоритмов и их отличительные особенности.;	• Умеет разрабатывать алгоритмы, используя изложенные в курсе общие схемы, методы и приемы построения алгоритмов, а также анализировать их эффективность.;	• Свободно владеет методами разработки и анализа машинных алгоритмов решения задач.;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает основные методы разработки машинных алгоритмов.;	• Умеет разрабатывать алгоритмы, используя изложенные в курсе общие схемы, методы и приемы построения	• Владеет методами разработки и анализа машинных алгоритмов решения задач средней сложности.;

Согласована на портале № 12709

		алгоритмов.;	
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знает простые методы разработки машинных алгоритмов.;	• Умеет разрабатывать алгоритмы невысокой сложности.;	• Владеет простыми методами разработки и анализа машинных алгоритмов невысокой сложности.;

2.2 Компетенция ОПК-4

ОПК-4: способностью использовать и применять углубленные знания в области прикладной математики и информатики.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает основные алгоритмы решения стандартных задач информатики.	Умеет выбирать подходящие структуры данных для представления информационных структур.	Владеет методами разработки и анализа машинных алгоритмов решения задач.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Знает основные алгоритмы решения стандартных задач информатики и особенности этих алгоритмов.;	• Умеет выбирать подходящие структуры данных для представления информационных структур, а также анализировать их эффективность.;	• Свободно владеет методами разработки и анализа машинных алгоритмов решения задач.;

Согласована на портале № 12709

Хорошо (базовый уровень)	• Знает основные алгоритмы решения стандартных задач информатики.;	• Умеет выбирать подходящие структуры данных для представления информационных структур.;	• Владеет методами разработки и анализа машинных алгоритмов решения задач средней сложности.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знает алгоритмы решения простые стандартных задач информатики.;	• Умеет выбирать подходящие структуры данных для представления информационных структур в задачах невысокой сложности.;	• Владеет простыми методами разработки и анализа машинных алгоритмов невысокой сложности.;

2.3 Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью проводить исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает основные методы разработки алгоритмов научных и прикладных задач.	Умеет выбирать подходящие структуры данных для реализации алгоритмов решения задач.	Владеет методами разработки и анализа машинных алгоритмов решения задач.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Знает основные методы разработки алгоритмов научных и	• Умеет выбирать подходящие структуры данных для реализации	• Свободно владеет методами разработки и анализа машинных

Согласована на портале № 12709

	прикладных задач и их отличительные особенности.;	алгоритмов решения задач, а также анализировать их эффективность.;	алгоритмов решения задач.;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает основные методы разработки алгоритмов научных и прикладных задач.;	• Умеет выбирать подходящие структуры данных для реализации алгоритмов решения задач.;	• Владеет методами разработки и анализа машинных алгоритмов решения задач.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знает простые методы разработки алгоритмов научных и прикладных задач.;	• Умеет выбирать подходящие структуры данных для реализации алгоритмов решения задач не-высокой сложности.;	• Владеет простыми методами разработки и анализа машинных алгоритмов решения задач.;

2.4 Компетенция ПК-2

ПК-2: способностью разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает методы оценки вычислительных алгоритмов	Умеет определять вычислительную сложность алгоритмов	Владеет методами разработки и анализа машинных алгоритмов решения задач
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Интерактивные практические занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 10.

Таблица 10 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично	• Знает методы оценки	• Умеет определять	• Свободно владеет

Согласована на портале № 12709

(высокий уровень)	вычислительных алгоритмов и их отличи-тельные особенности;	вычислительную сложность различных алгоритмов.;	методами разработки и анализа машинных алгоритмов решения задач.;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает основные методы оценки вычисли-тельных алгоритмов;	• Умеет определять вычислительную сложность широко используемых алгоритмов.;	• Владеет методами разработки и анализа машинных алгоритмов решения задач.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знает простые методы оценки вычислительных алгоритмов;	• Умеет определять вычислительную сложность простых алгоритмов.;	• Владеет простыми методами разработки и анализа машинных алгоритмов решения задач.;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Вопросы на самоподготовку

- Динамическое программирование. Методология динамического программирования.
- Задача определения наиболее длинной общей подпоследовательности.
- Задача построения оптимального бинарного дерева поиска.
- Решение задачи о потоке алгоритмами Эдмондса-Карпа и Диница.
- Задача о потоке минимальной стоимости.
- Минимальное остовное дерево. Алгоритм Прима. Алгоритм Крускала.

3.2 Темы опросов на занятиях

- Динамическое программирование. Методология динамического программирования.
- Задача определения наиболее длинной общей подпоследовательности.
- Задача построения оптимального бинарного дерева поиска.
- Решение задачи о потоке алгоритмами Эдмондса-Карпа и Диница.
- Задача о потоке минимальной стоимости.
- Вычисление расстояний между всеми парами вершин, одновременное построение путей. Алгоритм Флойда-Уоршалла.
- Минимальное остовное дерево. Алгоритм Прима. Алгоритм Крускала.

3.3 Экзаменационные вопросы

- Вычислительная сложность алгоритмов и ее оценка.
- Алгоритмы прохождения всех вершин графа (обход в глубину и ширину).
- Связные компоненты графа. Алгоритм решения задачи.
- Топологическая сортировка. Алгоритм решения задачи.
- Двусвязный граф. Алгоритм решения задачи.
- Сильно связные компоненты графа. Алгоритм решения задачи.
- Эйлеровы пути в графе. Алгоритм решения задачи.
- Фундаментальное множество циклов. Алгоритм решения задачи.
- Достижимость между всеми парами вершин графа. Алгоритм решения задачи.
- Стягивающие деревья графа. Алгоритм решения задачи.
- Минимальное покрывающее дерево. Алгоритм Прима.
- Минимальное покрывающее дерево. Алгоритм Крускала.
- Задача о потоке – основные определения. Теорема Форда-Фалкерсона.

Согласована на портале № 12709

– Задача о потоке. Алгоритм Форда-Фалкерсона.
– Задача о максимальном паросочетании. Алгоритм решения задачи.
– Задача о полном паросочетании. Алгоритм решения задачи.

3.4 Темы лабораторных работ

– Алгоритмы на графах
– Кратчайшие пути в графе
– Задачи о потоках
– Двудольные графы

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Модели и алгоритмы управления жизненным циклом программного продукта: Монография / Ехлаков Ю. П., Янченко Е. А., Бараксанов Д. Н. - 2013. 197 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3900, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Гагарина, Л.Г., Колдаев В.Д. Алгоритмы и структуры данных: Учебное пособие для вузов. – М: Финансы и статистика; 2009. – 304 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 60 экз.)
2. Горитов, А.Н. Основы структур и алгоритмов обработки данных: Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2007. – 229 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)
3. Макконелл, Дж. Основы современных алгоритмов. 2-е дополненное издание. – Мо-сква: Техносфера, 2004. – 366 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 9 экз.)
4. Иванов, Б.Н. Дискретная математика. Алгоритмы и программы: Учебное пособие. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2003. – 288 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)
5. Окулов, С.М. Программирование в алгоритмах. – 2-е изд., доп. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006 . – 384 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)
6. Новиков, Ф.А. Дискретная математика для программистов : Учебное пособие для вузов / Ф. А. Новиков. - 2-е изд. - СПб. ; М. ; Нижний Новгород : Питер, 2007. - 363[5] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 80 экз.)
7. Андерсон, Д.А. Дискретная математика и комбинаторика : Пер. с англ. / Д. А. Андерсон ; пер. : М. М. Белова. - М. ; СПб. ; Киев : Вильямс, 2004. - 957[3] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 10 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Горитов А.Н. Алгоритмы и анализ их сложности: методические указания по практическим занятиям студентов всех форм обучения для направления 01.04.02 (010400) – «Прикладная математика и информатика» (квалификация (степень) «магистр»). Томск: ТУСУР, 2015. – 8 с. [Электронный ресурс]. - http://asu.tusur.ru/learning/mag010400/d10/m010400_d10_pract.pdf
2. Горитов А.Н. Алгоритмы и анализ их сложности: методические указания по лабораторным работам студентов всех форм обучения для направления 01.04.02 (010400) – «Прикладная математика и информатика» (квалификация (степень) «магистр»). Томск: ТУСУР, 2015. – 10 с. [Электронный ресурс]. - http://asu.tusur.ru/learning/mag010400/d10/m010400_d10_labs.pdf
3. Горитов А.Н. Алгоритмы и анализ их сложности: методические указания по самостоятельной и индивидуальной работе студентов всех форм обучения для направления 01.04.02 (010400) – «Прикладная математика и информатика» (квалификация (степень) «магистр»). Томск: ТУСУР, 2015. – 8 с. [Электронный ресурс]. - http://asu.tusur.ru/learning/mag010400/d10/m010400_d10_work.pdf

Согласована на портале № 12709

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Информационно-справочные и поисковые системы сети Интернет.
2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение: ОС MS Windows XP, MS Office 2007, LibreOffice, CodeBlocks.

Согласована на портале № 12709