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

Теория дифференциальных и интегральных уравнений

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **27.03.03 Системный анализ и управление**
Направленность (профиль): **Системный анализ и управление в информационных технологиях**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**
Кафедра: **МиСА, Кафедра моделирования и системного анализа**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	36	36	часов
2	Практические занятия	36	36	часов
3	Всего аудиторных занятий	72	72	часов
4	Самостоятельная работа	36	36	часов
5	Всего (без экзамена)	108	108	часов
6	Подготовка и сдача экзамена / зачета	36	36	часов
7	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е

Экзамен: 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 11906

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 33 от «24» 1 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 27.03.03 Системный анализ и управление, утвержденного 2015-03-11 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

старший преподаватель каф. МиСА _____ Жапова Д. Ю.

Заведующий обеспечивающей каф. МиСА _____ Дмитриев В. М.

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

Декан ФВС _____ Козлова Л. А.

Заведующий выпускающей каф. МиСА _____ Дмитриев В. М.

Эксперты:

доцент Кафедра моделирования и системного анализа (МиСА) _____ Ганджа Т. В.

Согласована на портале № 11906

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Формирование у студентов навыков решения основных дифференциальных и интегральных уравнений, используемых в естественных науках.

1.2. Задачи дисциплины

– Развитие математической культуры у студентов;

– овладение методами исследования и решения дифференциальных и интегральных уравнений;

– формирование навыков анализа математических моделей объектов и процессов окружающей среды;

– формирование у студентов умения самостоятельного обучения и анализа прикладных задач.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теория дифференциальных и интегральных уравнений» (Б1.Б.14) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Вычислительная математика, Информатика, Компьютерное моделирование физических задач, Математика, Программирование и основы алгоритмизации, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Теория вероятностей и математическая статистика.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-1 готовностью применять методы математики, физики, химии, системного анализа, теории управления, теории знаний, теории и технологии программирования, а также методов гуманитарных, экономических и социальных наук;

– ОПК-3 способностью представлять современную научную картину мира на основе знаний основных положений, законов и методов естественных наук и математики;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** основные типы дифференциальных и интегральных уравнений и способы их решения.

– **уметь** при решении задач выбирать и использовать необходимые вычислительные методы в зависимости от поставленной задачи, логически правильно строить рассуждения при решении задач.

– **владеть** навыками составления дифференциальных и интегральных уравнений при решении аналитических и численных задач, и информацией об основных методах составления математических моделей объектов и процессов окружающей среды.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	72	72
Лекции	36	36
Практические занятия	36	36
Самостоятельная работа (всего)	36	36
Проработка лекционного материала	12	12

Согласована на портале № 11906

Подготовка к практическим занятиям, семинарам	24	24
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена / зачета	36	36
Общая трудоемкость час	144	144
Зачетные Единицы Трудоемкости	4.0	4.0

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	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Дифференциальные уравнения первого порядка.	8	8	5	21	ОПК-1, ОПК-3
2	Дифференциальные уравнения высших порядков.	6	6	5	17	ОПК-1, ОПК-3
3	Системы обыкновенных дифференциальных уравнений.	2	2	3	7	ОПК-1
4	Элементы теории устойчивости.	2	2	3	7	ОПК-1, ОПК-3
5	Уравнения математической физики.	4	4	5	13	ОПК-1, ОПК-3
6	Граничные, начальные и краевые условия.	2	2	3	7	ОПК-1, ОПК-3
7	Основные классы интегральных уравнений.	4	4	4	12	ОПК-1, ОПК-3
8	Уравнение Фредгольма.	4	4	4	12	ОПК-1, ОПК-3
9	Интегральные преобразование и интегральные уравнения.	4	4	4	12	ОПК-1, ОПК-3
	Итого	36	36	36	108	

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
3 семестр			
1 Дифференциальные уравнения первого порядка.	Введение в дисциплину «Дифференциальные уравнения».	8	ОПК-1, ОПК-3

Согласована на портале № 11906

	Основные определения. Свойства общего решения. Интегральные кривые. Особое решение. Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные уравнения. Уравнения, приводящиеся к однородным. Линейные уравнения. Линейные однородные дифференциальные уравнения. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения. Метод Бернулли. Метод Лагранжа. Уравнения, приводящиеся к линейным (уравнение Бернулли, уравнение Риккати). Уравнения в полных дифференциалах. Условие тотальности. Уравнения Лагранжа и Клеро. Геометрическая интерпретация решений дифференциального уравнения первого порядка. Поле направлений. Изоклины. Численные методы решения дифференциальных уравнений. Метод Эйлера. Уточненный метод Эйлера. Метод Рунге – Кутта.		
	Итого	8	
2 Дифференциальные уравнения высших порядков.	Дифференциальные уравнения высших порядков. Уравнения, допускающие понижение порядка. Линейные однородные дифференциальные уравнения с произвольными коэффициентами. Фундаментальная система решений. Определитель Вронского. Общее решение линейного однородного дифференциального уравнения второго порядка. Линейные однородные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Характеристический многочлен и характеристическое уравнение. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения с произвольными коэффициентами. Метод вариации произвольных постоянных. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Уравнения с правой частью специального вида.	6	ОПК-1, ОПК-3
	Итого	6	
3 Системы обыкновенных дифференциальных уравнений.	Нормальные системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Нормальные системы линейных	2	ОПК-1

Согласована на портале № 11906

	однородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.		
	Итого	2	
4 Элементы теории устойчивости.	Устойчивость по Ляпунову. Точка покоя. Теорема Ляпунова. Классификация точек покоя.	2	ОПК-1
	Итого	2	
5 Уравнения математической физики.	Уравнения в частных производных. Линейные однородные дифференциальные уравнения в частных производных первого порядка. Классификация основных типов уравнений математической физики. Уравнение колебаний струны.	4	ОПК-1, ОПК-3
	Итого	4	
6 Граничные, начальные и краевые условия.	Решение задачи Коши методом разделения переменных. (Метод Фурье). Решение задачи Коши методом Даламбера. Уравнение теплопроводности. Уравнение Лапласа. Задача Дирихле. Решение задачи Дирихле для круга.	2	ОПК-1, ОПК-3
	Итого	2	
7 Основные классы интегральных уравнений.	Основные классы интегральных уравнений. Задачи, приводящие к интегральным уравнениям.	4	ОПК-1, ОПК-3
	Итого	4	
8 Уравнение Фредгольма.	Теоремы существования и единственности решения. Уравнения Фредгольма с вырожденным ядром.	4	ОПК-1, ОПК-3
	Итого	4	
9 Интегральные преобразование и интегральные уравнения.	Интегральные преобразования Фурье и Лапласа. Преобразование Фурье.	4	ОПК-1, ОПК-3
	Итого	4	
Итого за семестр		36	

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	8	9
Предшествующие дисциплины										
1	Вычислительная	+	+					+		+

Согласована на портале № 11906

	математика									
2	Информатика	+	+	+			+		+	+
3	Компьютерное моделирование физических задач	+		+	+	+	+			
4	Математика	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5	Программирование и основы алгоритмизации	+	+							+
6	Физика	+		+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины										
1	Теория вероятностей и математическая статистика			+				+	+	+

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	Самостоятельная работа	
ОПК-1	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
ОПК-3	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторный практикум

Не предусмотрено РУП

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 11906

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Дифференциальные уравнения первого порядка.	Основные определения. Свойства общего решения. Интегральные кривые. Особое решение. Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные уравнения. Уравнения, приводящиеся к однородным. Линейные уравнения. Линейные однородные дифференциальные уравнения. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения. Метод Бернулли. Метод Лагранжа. Уравнения, приводящиеся к линейным (уравнение Бернулли, уравнение Риккати). Уравнения в полных дифференциалах. Условие тотальности. Уравнения Лагранжа и Клеро. Геометрическая интерпретация решений дифференциального уравнения первого порядка. Поле направлений. Изоклины. Численные методы решения дифференциальных уравнений. Метод Эйлера. Уточненный метод Эйлера. Метод Рунге – Кутта.	8	ОПК-1, ОПК-3
	Итого	8	
2 Дифференциальные уравнения высших порядков.	Дифференциальные уравнения высших порядков. Уравнения, допускающие понижение порядка. Линейные однородные дифференциальные уравнения с произвольными коэффициентами. Фундаментальная система решений. Определитель Вронского. Общее решение линейного однородного дифференциального уравнения второго порядка. Линейные однородные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Характеристический многочлен и характеристическое уравнение. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения с произвольными коэффициентами. Метод вариации произвольных постоянных. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения с	6	ОПК-1

Согласована на портале № 11906

	постоянными коэффициентами. Уравнения с правой частью специального вида.		
	Итого	6	
3 Системы обыкновенных дифференциальных уравнений.	Решение нормальных систем линейных однородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.	2	ОПК-1
	Итого	2	
4 Элементы теории устойчивости.	Исследование устойчивости решений систем дифференциальных уравнений по Ляпунову. Точки покоя.	2	ОПК-1, ОПК-3
	Итого	2	
5 Уравнения математической физики.	Решение линейных однородных и линейных неоднородных уравнений в частных производных. Классификация основных типов уравнений математической физики и способы их решения.	4	ОПК-1, ОПК-3
	Итого	4	
6 Граничные, начальные и краевые условия.	Решение задачи Коши методом разделения переменных. (Метод Фурье). Решение задачи Коши методом Даламбера. Уравнение теплопроводности. Уравнение Лапласа. Задача Дирихле. Решение задачи Дирихле для круга.	2	ОПК-1, ОПК-3
	Итого	2	
7 Основные классы интегральных уравнений.	Основные классы интегральных уравнений. Задачи, приводящие к интегральным уравнениям.Методы решения интегральных уравнений.	4	ОПК-1, ОПК-3
	Итого	4	
8 Уравнение Фредгольма.	Теоремы существования и единственности решения. Решение уравнения Фредгольма с вырожденным ядром.	4	ОПК-1, ОПК-3
	Итого	4	
9 Интегральные преобразование и интегральные уравнения.	Использование преобразования Лапласа для решения дифференциальных и интегральных уравнений. Использование преобразования Фурье для практических задач.	4	ОПК-1, ОПК-3
	Итого	4	
Итого за семестр		36	

Согласована на портале № 11906

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
3 семестр				
1 Дифференциальные уравнения первого порядка.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ОПК-1, ОПК-3	Домашнее задание, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	5		
2 Дифференциальные уравнения высших порядков.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ОПК-1, ОПК-3	Домашнее задание, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	5		
3 Системы обыкновенных дифференциальных уравнений.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-1	Домашнее задание, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
4 Элементы теории устойчивости.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-1, ОПК-3	Домашнее задание, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
5 Уравнения математической физики.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ОПК-1, ОПК-3	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	5		
6 Граничные, начальные и краевые условия.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-1, ОПК-3	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		

Согласована на портале № 11906

7 Основные классы интегральных уравнений.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ОПК-1, ОПК-3	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	4		
8 Уравнение Фредгольма.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ОПК-1, ОПК-3	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	4		
9 Интегральные преобразование и интегральные уравнения.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ОПК-1, ОПК-3	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Контрольная работа,
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	4		
Итого за семестр		36		
	Подготовка к экзамену / зачету	36		Экзамен
Итого		72		

10. Курсовая работа

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
3 семестр				
Домашнее задание	5	5	5	15
Конспект самоподготовки	2		3	5
Контрольная работа	15		15	30
Опрос на занятиях	5	5	5	15
Отчет по индивидуальному заданию	5			5
Итого максимум за период	32	10	28	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	32	42	70	100

Согласована на портале № 11906

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)
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. Демидович Б.П., Моденов В.П. Дифференциальные уравнения: Учебное пособие. 3-е изд., стер. –СПб.: Издательство «Лань», 2008. 288 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) [Электронный ресурс]. - https://e.lanbook.com/reader/book/126/#2

2. Интегральное исчисление: Учебное пособие / Ельцов А. А., Ельцова Т. А. - 2013. 138 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6063, дата обращения: 26.01.2017.

3. Дифференциальные уравнения: Учебное пособие / Ельцов А. А., Ельцова Т. А. - 2013. 104 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6062, дата обращения: 26.01.2017.

4. Дифференциальное исчисление: Учебное пособие / Магазинников Л. И., Магазинников А. Л. - 2007. 191 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2246, дата обращения: 26.01.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. Математические основы теории систем: Учебное пособие / Карпов А. Г. - 2016. 230 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6266, дата обращения: 26.01.2017.

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Математика: Учебно-методическое пособие для специальности 09.03.03 - Прикладная информатика в экономике / Приходовский М. А. - 2016. 78 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6044, дата обращения: 26.01.2017.

2. Методы математической физики: Учебно-методическое пособие / Гошин Г. Г. - 2013.

Согласована на портале № 11906

139 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3607, дата обращения: 26.01.2017.

3. Методы математической физики: Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе / Магазинников А. Л. - 2012. 12 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2353, дата обращения: 26.01.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся 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. https://edu.tusur.ru/

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, 2 этаж, ауд. 220. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.

13.1.3. 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.

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

Согласована на портале № 11906

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;
- 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:

Согласована на портале № 11906

– 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 № 11906

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

Теория дифференциальных и интегральных уравнений

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **27.03.03 Системный анализ и управление**
Направленность (профиль): **Системный анализ и управление в информационных технологиях**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**
Кафедра: **МиСА, Кафедра моделирования и системного анализа**
Курс: **2**
Семестр: **3**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:

- старший преподаватель каф. МиСА Жапова Д. Ю.

Экзамен: 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 11906

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
ОПК-3	способностью представлять современную научную картину мира на основе знаний основных положений, законов и методов естественных наук и математики	Должен знать основные типы дифференциальных и интегральных уравнений и способы их решения.; Должен уметь при решении задач выбирать и использовать необходимые вычислительные методы в зависимости от поставленной задачи, логически правильно строить рассуждения при решении задач.; Должен владеть навыками составления дифференциальных и интегральных уравнений при решении аналитических и численных задач, и информацией об основных методах составления математических моделей объектов и процессов окружающей среды.;
ОПК-1	готовностью применять методы математики, физики, химии, системного анализа, теории управления, теории знаний, теории и технологии программирования, а также методов гуманитарных, экономических и социальных наук	

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

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-3

ОПК-3: способностью представлять современную научную картину мира на основе знаний

Согласована на портале № 11906

основных положений, законов и методов естественных наук и математики.

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	курс физики, математического анализа, вычислительной математики, аналитической геометрии и линейной алгебры.	использовать знания, полученные на курсах физики, математического анализа, вычислительной математики, аналитической геометрии и линейной алгебры для постановки и решения экономической, физической или химической задачи.	навыками составления математических моделей объектов и процессов окружающей среды.
Виды занятий	• Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • 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)	• Студент должен в полной мере знать курсы физики, математического анализа, вычислительной математики, аналитической геометрии и линейной алгебры.;	• Ставить постановку задачи и выбирать наиболее оптимальный способ ее решения.;	• Студент должен владеть способностью критически оценивать, анализировать и переосмыслять накопленный опыт.; • Студент должен проявлять творческий подход, инициативу и настойчивость в достижении целей как личных, так и в профессиональной

Согласована на портале № 11906

			деятельности.;
Хорошо (базовый уровень)	• Студент должен знать курсы физики, математического анализа, вычислительной математики, аналитической геометрии и линейной алгебры.;	• Ставить постановку задачи и решить ее в полном объеме.;	• Студент должен владеть способностью анализировать и переосмыслять накопленный опыт.; • Студент должен проявлять инициативу и настойчивость в достижении целей как личных, так и в профессиональной деятельности.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Студент должен знать основы курсов физики, математического анализа, вычислительной математики, аналитической геометрии и линейной алгебры.;	• Решать поставленные преподавателем задачи в полной объеме.;	• Студент должен владеть способностью анализировать накопленный опыт.; • Студент должен проявлять настойчивость в достижении целей как личных, так и в профессиональной деятельности.;

2.2 Компетенция ОПК-1

ОПК-1: готовностью применять методы математики, физики, химии, системного анализа, теории управления, теории знаний, теории и технологии программирования, а также методов гуманитарных, экономических и социальных наук.

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	основные типы дифференциальных и интегральных уравнений, способы их решения и возможности их практического использования.	при решении задач выбирать и использовать необходимые вычислительные методы в зависимости от поставленной задачи, логически правильно строить рассуждения при решении задач.	навыками составления дифференциальных и интегральных уравнений при решении задач.
Виды занятий	• Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка и сдача экзамена / зачета;	• Самостоятельная работа;
Используемые	• Контрольная работа;	• Контрольная работа;	• Домашнее задание;

Согласована на портале № 11906

средства оценивания	• Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Отчет по индивидуальному заданию; • 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)	• Студент должен в полной мере знать курс теории дифференциальных и интегральных уравнений.; • Студент должен знать способы и возможности практического использования основ теории дифференциальных и интегральных уравнений (в том числе преобразования Лапласа и Фурье).;	• ставить и решать задачи (в том числе с учетом начальных и граничных условий) в рамках курса теории дифференциальных и интегральных уравнений;; • использовать методы теории дифференциальных и интегральных уравнений для постановки и решения задач в различных областях экономики, физики и химии.;	• навыками решения дифференциальных и интегральных уравнений (в общем случае и с начальными условиями);; • способностью выводить и решать уравнения математической физики (в том числе с учётом граничных условий);; • навыками использования преобразования Лапласа и Фурье для решения различных практических задач в области экономики, физики, химии.;
Хорошо (базовый уровень)	• Студент должен знать курс теории дифференциальных и интегральных уравнений.; • Студент должен знать возможности практического использования основ теории дифференциальных и интегральных уравнений (в том числе преобразования Лапласа и Фурье).;	• ставить и решать задачи в рамках курса теории дифференциальных и интегральных уравнений;; • использовать методы теории дифференциальных и интегральных уравнений для постановки и решения задач в различных областях экономики, физики и химии.;	• навыками решения дифференциальных и интегральных уравнений (в общем случае и с начальными условиями);; • способностью решать уравнения математической физики (в общем случае);; • навыками использования преобразования Лапласа и Фурье для решения различных практических задач в области экономики, физики, химии.;
Удовлетворительн	• Студент должен знать	• решать задачи в	• навыками решения

Согласована на портале № 11906

о (пороговый уровень)	основы курса теории дифференциальных и интегральных уравнений.; • Студент должен знать возможности практического использования основ теории дифференциальных и интегральных уравнений (в том числе преобразования Лапласа и Фурье).;	рамках курса теории дифференциальных и интегральных уравнений;; • использовать методы теории дифференциальных и интегральных уравнений для решения задач в различных областях экономики, физики и химии.;	дифференциальных и интегральных уравнений (в общем случае и с начальными условиями);; • навыками использования преобразования Лапласа и Фурье для решения различных практических задач в области экономики, физики, химии.;

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

– Численные методы решения дифференциальных уравнений. Метод Эйлера. Уточненный метод Эйлера. Метод Рунге-Кутта.

3.2 Темы домашних заданий

– Дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными и уравнения, приводящиеся к ним.

– Нелинейные однородные дифференциальные уравнения и уравнения, приводящиеся к ним.

– Линейные дифференциальные уравнения (однородные и неоднородные) и уравнения, приводящиеся к ним.

– Формула Лейбница. Уравнения в полных дифференциалах. Условие тотальности.

– Дифференциальные уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной. Уравнения Лагранжа и Клеро.

– Дифференциальные уравнения высших порядков, допускающие понижение порядка.

– Линейные однородные дифференциальные уравнения с произвольными коэффициентами. Фундаментальная система решений. Определитель Вронского. Общее решение линейного однородного дифференциального уравнения второго порядка.

– Линейные однородные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Характеристический многочлен и характеристическое уравнение.

– Линейные неоднородные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Метод вариации произвольных постоянных. Уравнения с правой частью специального вида.

– Нормальные системы линейных однородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

– Устойчивость по Ляпунову. Классификация точек покоя.

– Уравнения в частных производных. Классификация основных типов уравнений математической физики.

– Основные классы интегральных уравнений. Задачи приводящиеся к интегральным уравнениям.

– Уравнения Фредгольма с вырожденным ядром.

– Использование преобразования Лапласа для решения дифференциальных и интегральных уравнений.

Согласована на портале № 11906

– Преобразование Фурье.

3.3 Темы индивидуальных заданий

– Численные методы решения дифференциальных уравнений.

– Преобразование Лапласа. Решение дифференциальных уравнений с начальными условиями с помощью преобразования Лапласа.

– Преобразование Фурье.

3.4 Темы опросов на занятиях

– Введение в дисциплину «Дифференциальные уравнения». Основные определения. Свойства общего решения. Интегральные кривые. Особое решение. Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные уравнения. Уравнения, приводящиеся к однородным. Линейные уравнения. Линейные однородные дифференциальные уравнения. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения. Метод Бернулли. Метод Лагранжа. Уравнения, приводящиеся к линейным (уравнение Бернулли, уравнение Риккати). Уравнения в полных дифференциалах. Условие тотальности. Уравнения Лагранжа и Клеро. Геометрическая интерпретация решений дифференциального уравнения первого порядка. Поле направлений. Изоклины. Численные методы решения дифференциальных уравнений. Метод Эйлера. Уточненный метод Эйлера. Метод Рунге – Кутта.

– Дифференциальные уравнения высших порядков. Уравнения, допускающие понижение порядка. Линейные однородные дифференциальные уравнения с произвольными коэффициентами. Фундаментальная система решений. Определитель Вронского. Общее решение линейного однородного дифференциального уравнения второго порядка. Линейные однородные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Характеристический многочлен и характеристическое уравнение. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения с произвольными коэффициентами. Метод вариации произвольных постоянных. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Уравнения с правой частью специального вида.

– Нормальные системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Нормальные системы линейных однородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

– Устойчивость по Ляпунову. Точка покоя. Теорема Ляпунова. Классификация точек покоя.

– Уравнения в частных производных. Линейные однородные дифференциальные уравнения в частных производных первого порядка. Классификация основных типов уравнений математической физики. Уравнение колебаний струны.

– Решение задачи Коши методом разделения переменных. (Метод Фурье). Решение задачи Коши методом Даламбера. Уравнение теплопроводности. Уравнение Лапласа. Задача Дирихле. Решение задачи Дирихле для круга.

– Основные классы интегральных уравнений. Задачи, приводящие к интегральным уравнениям.

– Теоремы существования и единственности решения. Уравнения Фредгольма с вырожденным ядром.

– Интегральные преобразования Фурье и Лапласа. Преобразование Фурье.

3.5 Экзаменационные вопросы

– 1. Дайте определение понятия дифференциального уравнения. Что такое общее решение, частное решение и особое решение дифференциального уравнения (дайте определения и приведите пример каждого понятия). В чем отличие общего/частного интеграла от общего/частного решения? 2. Дайте определение задачи Коши. 3. Дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными: дайте определение и приведите примеры решения. Как решать дифференциальные уравнения, приводящиеся к уравнениям с разделяющимися переменными? 4. Однородные ДУ-1: дайте определение, приведите примеры. Ответьте на вопрос, являются ли данные дифференциальные уравнения линейными. 5. Дифференциальные уравнения, приводящиеся к однородным. Каков вид уравнения, каковы условия для решения такого уравнения, как решать? 6. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка. В чем отличие линейного однородного ДУ-1 от линейного неоднородного ДУ-1. Дайте определения,

Согласована на портале № 11906

опишите канонический вид каждого из уравнений. Как решать ДУ в обоих случаях. 7. Какие Вы знаете типы дифференциальных уравнений первого порядка, приводящиеся к линейным? 8. Уравнение Бернулли: дайте определение, приведите канонический вид и расскажите как решать такое уравнение. 9. Уравнение Риккати: дайте определение, приведите канонический вид и расскажите как решать такое уравнение. 10. Уравнения в полных дифференциалах (тотальные). Дайте определение, приведите канонический вид такого уравнения. Что такое условие тотальности? Каков алгоритм решения уравнения в полных дифференциалах? 11. ДУ-1, не разрешенные относительно производной. Дайте определения, расскажите как решать такие уравнения. Что такое дифференциальное уравнение Лагранжа и дифференциальное уравнение Клеро? 12. Приведите любые четыре типа ДУ-1 и расскажите о способах их решения. 13. Геометрическая интерпретация решений дифференциального уравнения первого порядка. Поле направлений. Изоклины. 14. Какие численные методы решения ДУ-1 Вы знаете? В чем заключается каждый из них? Какой Вам больше всего нравится и почему? 15. Дифференциальные уравнения высших порядков. Как определить порядок ДУ? Какие уравнения, допускающие понижение порядка Вы знаете? Как их решать? 16. В чем отличие линейного ДУ от нелинейного ДУ? 17. Линейное дифференциальное уравнение n-го порядка: приведите вид такого уравнения, какие бывают частные случаи? 18. Что такое линейный дифференциальный оператор и каковы его свойства? 19. Общее решение линейного однородного ДУ-2: приведите канонический вид и расскажите как решать такое уравнение. 20. Линейные однородные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Приведите канонический вид такого уравнения. Расскажите что такое характеристический многочлен дифференциального уравнения; что такое характеристическое уравнение. Расскажите алгоритм решения линейного однородного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами. 21. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения с произвольными коэффициентами: приведите канонический вид такого уравнения; расскажите, как решать такое уравнение в общем случае. 22. Метод вариации произвольных постоянных при решении ДУ-1 и ДУ-n. В чем заключается и в каких случаях применяется? 23. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами: приведите канонический вид такого уравнения и расскажите о способах его решения. 24. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами с правой частью специального вида. Приведите канонический вид таких уравнений и расскажите, как их решать. 25. Приведите любые три типа ДУ-1 и расскажите о способах их решения. 26. Нормальные системы обыкновенных дифференциальных уравнений: приведите пример. 27. Нормальные системы линейных однородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами: приведите канонический вид системы таких уравнений, расскажите об алгоритме решения. Что такое общее решение системы дифференциальных уравнений? Приведите пример. 28. Дайте определение устойчивости по Ляпунову. Что такое точка покоя. Расскажите о классификации точек покоя. 29. Уравнения в частных производных. Линейные однородные дифференциальные уравнения в частных производных первого порядка. Классификация основных типов уравнений математической физики. 30. Основные классы интегральных уравнений. Задачи, приводящие к интегральным уравнениям. 31. Теоремы существования и единственности решения. Уравнения Фредгольма с вырожденным ядром. 32. Интегральное преобразование Лапласа. 33. Расскажите, что такое преобразование Лапласа. Нарисуйте таблицу прямого и обратного преобразования Лапласа известных Вам 6 функций. Приведите пример решения с помощью преобразования Лапласа дифференциальных и интегральных уравнений. 34. Преобразование Фурье.

3.6 Темы контрольных работ

– 1. Решить дифференциальное уравнение с разделяющимися переменными: заданы начальные условия. Необходимо найти общее и частное решение. 2. Решить нелинейное однородное уравнение: заданы начальные условия. Необходимо найти общее и частное решение. 3. Решить дифференциальное уравнение Бернулли с заданными начальными условиями. Необходимо найти общее и частное решение. 4-6 задания. Решить заданное дифференциальное уравнение любым возможным способом. Необходимо найти общее решение или общий интеграл.

– I. Решить дифференциальное уравнение, допускающее понижение порядка. Найти общее решение. Если есть начальные условия, то найти еще и частное решение. II. Найти частное

Согласована на портале № 11906

решение линейного однородного дифференциального уравнения второго порядка с произвольными коэффициентами. III. Найти общее решение линейного однородного дифференциального уравнения высшего порядка с постоянными коэффициентами. IV. Найти общее решение линейного неоднородного дифференциального уравнения высшего порядка с постоянными коэффициентами. V. Решить нормальную систему линейных однородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. VI. Исследовать нормальную систему линейных однородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами на устойчивость. Классификация точек покоя.

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. Демидович Б.П., Моденов В.П. Дифференциальные уравнения: Учебное пособие. 3-е изд., стер. –СПб.: Издательство «Лань», 2008. 288 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) [Электронный ресурс]. - https://e.lanbook.com/reader/book/126/#2

2. Интегральное исчисление: Учебное пособие / Ельцов А. А., Ельцова Т. А. - 2013. 138 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6063, свободный.

3. Дифференциальные уравнения: Учебное пособие / Ельцов А. А., Ельцова Т. А. - 2013. 104 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6062, свободный.

4. Дифференциальное исчисление: Учебное пособие / Магазинников Л. И., Магазинников А. Л. - 2007. 191 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2246, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Математические основы теории систем: Учебное пособие / Карпов А. Г. - 2016. 230 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6266, свободный.

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Математика: Учебно-методическое пособие для специальности 09.03.03 - Прикладная информатика в экономике / Приходовский М. А. - 2016. 78 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6044, свободный.

2. Методы математической физики: Учебно-методическое пособие / Гошин Г. Г. - 2013. 139 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3607, свободный.

3. Методы математической физики: Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе / Магазинников А. Л. - 2012. 12 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2353, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. https://edu.tusur.ru/

Согласована на портале № 11906