

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТШ ТПУ

О.Ю. Долматов

« 1 » 09 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ

Направление подготовки/ специальность	01.03.02 Прикладная математика и информатика		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Прикладная математика в инженерии		
Специализация	Прикладная математика в инженерии		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	2	семестр	3,4
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	24	
	Практические занятия	24	
	Лабораторные занятия	32	
	ВСЕГО	80	
Самостоятельная работа, ч		136	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной
аттестации

**Зачет
(3,4 сем)**

Обеспечивающее
подразделение

ОЭФ ИЯТШ

Заведующий кафедрой –
руководитель отделения на
правах кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

Лидер А.М.

Крицкий О.Л.

Мягкий А.Н.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п.5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ информации, применять системный подход для решения поставленных задач	И.УК(У)-1.1	Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие	УК(У)-1.1В1	Владеет опытом применения законов естественных наук и математических методов и моделей для решения задач теоретического и прикладного характера
				УК(У)-1.У1	Умеет решать задачи теоретического и прикладного характера
				УК(У)-1.31	Знает законы естественных наук и математические методы теоретического характера
		И.УК(У)-1.2	Осуществляет поиск, выделяет и ранжирует информацию на основе системного подхода и методов познания для решения задач по различным типам запросов	УК(У)-1.2В1	Владеет репродуктивными методами познавательной деятельности и мыслительными операциями для решения задач естественнонаучных дисциплин
				УК(У)-1.2У1	Умеет обобщать усваиваемые знания естественных наук категориями системного анализа и подхода и мыслительными операциями анализа, синтеза, сравнения и оценки
				УК(У)-1.231	Знает репродуктивные методы познавательной деятельности, признаки системного подхода и системного анализа
		И.УК(У)-1.3	Обосновывает выводы, интерпретации и оценки о научных исследованиях, публикациях и т.д., на основе критериев и базовых методов аргументации	УК(У)-1.3В1	Владеет философским категориальным аппаратом и применяет его для аргументации сделанных выводов
				УК(У)-1.3У1	Умеет сопоставлять различные тексты, используя критерии научного исследования
				УК(У)-1.31	Знает методы и критерии научного исследования, базовые методы теории аргументации, базовые философские понятия
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)	И.УК(У)-4.2	Осуществляет поиск необходимой информации для решения стандартных коммуникативных задач на государственном и иностранном языках	УК(У)-4.2В1	Владеет стратегиями представления результатов анализа и обработки информации
				УК(У)-4.2У1	Умеет осуществлять поиск необходимой информации, проводить ее анализ и отбор для решения поставленных задач
				УК(У)-4.231	Знает правила использования поисковых систем и баз данных для хранения, обработки и передачи информации
		И.УК(У)-4.4	Ведет деловую переписку на государственном и иностранном языках с учетом особенностей стилистики официальных	УК(У)-4.4В1	Владеет письменной речью на уровне, необходимом и достаточном для осуществления письменной коммуникации на иностранном языке

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
			и неофициальных писем и социокультурных различий в формате корреспонденции	УК(У)-4.4У1	Умеет создавать тексты разного формата (эссе, письмо другу, деловая корреспонденция) по тематике с учётом норм оформления, принятых в стране изучаемого языка
				УК(У)-4.431	Знает морфологические, синтаксические, орфографические особенности современного иностранного языка
ОПК(У)-1	Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	И.ОПК(У)-1.1	Применяет математический аппарат исследования функций, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, рядов, дифференциальных уравнений, теории функций комплексного переменного в инженерной деятельности	ОПК(У)-1.1В3	Владеет математическим аппаратом комплексного и операционного исчисления, дифференциальными уравнениями и рядами для проведения теоретического исследования и моделирования физических и химических процессов и явлений, а также, для решения профессиональных задач
				ОПК(У)-1.1У3	Умеет решать обыкновенные дифференциальные уравнения и их системы, применять аппарат гармонического и комплексного анализа при решении стандартных задач
				ОПК(У)-1.133	Знает основные определения и понятия теории дифференциальных уравнений, рядов, функции комплексного переменного и операционного исчисления
		И.ОПК(У)-1.2	Использует фундаментальный математический аппарат для построения вычислительных схем	ОПК(У)-1.2В1	Владеет математическим аппаратом для проведения теоретического исследования и моделирования естественно-научных процессов и явлений, а также, для решения профессиональных задач
				ОПК(У)-1.2У1	Умеет решать обыкновенные дифференциальные уравнения, применять аппарат математического анализа действительного переменного и комплексного анализа при решении стандартных задач
				ОПК(У)-1.231	Знает основные определения и понятия теории математического анализа, теории функций комплексного переменного и операционного исчисления
ОПК(У)-2	Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения	И.ОПК(У)-2.1	Применяет математический аппарат теории вероятностей и математической статистики в инженерной деятельности	ОПК(У)-2.1В1	Знает основные определения, понятия и методы теории вероятности и математической статистики
				ОПК(У)-2.1У1	Умеет использовать вероятностные и статистические методы для обработки данных

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	прикладных задач			ОПК(У)-2.131	Владеет аппаратом математической статистики для проведения теоретического исследования и моделирования физических и химических процессов и явлений, а также, для решения профессиональных задач.
		И.ОПК(У)-2.2	Применяет математический аппарат уравнений в частных производных, уравнений теплопроводности и диффузии, уравнения Даламбера в инженерной деятельности	ОПК(У)-2.2B1	Знает основные понятия, определения и методы теории дифференциальных уравнений в частных производных
				ОПК(У)-2.2У1	Умеет решать дифференциальные уравнения в частных производных, уравнений теплопроводности и диффузии, уравнения Даламбера
				ОПК(У)-2.231	Владеет аппаратом математической физики для проведения теоретического исследования и моделирования физических и химических процессов и явлений, а также, для решения профессиональных задач.
		И.ОПК(У)-2.4	Использует особенности организации информационных структур для реализации алгоритмов прикладных задач	ОПК(У)-2.4B1	Владеет навыками исследования и построения алгоритмов, вычислительных моделей и моделей данных
				ОПК(У)-2.4У1	Умеет проводить исследования математических алгоритмов, строить вычислительные модели и модели данных
				ОПК(У)-2.431	Знает методы разработки и исследования алгоритмов, построения вычислительных моделей и моделей данных для решения прикладных задач
		И.ОПК(У)-2.5	Использует фундаментальные результаты математических дисциплин для разработки решений задач в области профессиональных интересов	ОПК(У)-2.5B1	Владеет навыками исследования и построения математических моделей и статистических моделей данных
				ОПК(У)-2.5У1	Умеет проводить исследования математических моделей, умеет строить вычислительные алгоритмы для обработки данных
				ОПК(У)-2.531	Знает классические фундаментальные методы исследования математических моделей, построения вычислительных моделей и моделей данных в области профессиональных интересов
ОПК(У)-4	Способен решать задачи профессиональной деятельности с использованием существующих информационно-	И.ОПК(У)-4.1	Применяет современные информационные технологии и программное обеспечение при решении задач профессиональной	ОПК(У)-4.1B1	Владеет знаниями и опытом применения методов цифровой гигиены для обеспечения защиты личных данных при работе в глобальных сетях

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности		деятельности	ОПК(У)-4.1У1	Умеет обеспечить защиту создаваемой документации с помощью различных средств защиты информации
				ОПК(У)-4.131	Знает опасности и угрозы, возникающие в процессе использования компьютерных средств и средств связи в современных информационных технологиях

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине¹

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине ²		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	<i>В результате освоения дисциплины студент должен знать:</i> – определение дифференциального уравнения, общего и частного решения, их геометрический смысл; – общую теорию линейных однородных и неоднородных дифференциальных уравнений; – схемы решения линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами; – определение асимптотической устойчивости и классификацию точек покоя автономной системы; – типы краевых задач и граничных условий; – определение задачи Штурма - Лиувилля для обыкновенного дифференциального уравнения.	И.УК(У)-1.1, И.УК(У)-1.2, И.ОПК(У)-1.1, И.ОПК(У)-2.5
РД 2	<i>В результате освоения дисциплины студент должен уметь:</i> – классифицировать дифференциальные уравнения и применять необходимые методы для решения этих уравнений; – решать линейные дифференциальные уравнения n-го порядка и систем линейных уравнений с постоянными коэффициентами; – находить точки покоя автономной системы; – решать задачу Штурма-Лиувилля для линейного однородного уравнения с постоянными коэффициентами;	И.УК(У)-1.1, И.УК(У)-1.2

¹ П.3.8. ФГОС – «Организация самостоятельно планирует результаты обучения по дисциплинам (модулям) и практикам, которые должны быть соотнесены с установленными в программе индикаторами достижения компетенций. Совокупность запланированных результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам должна обеспечивать формирование у выпускника всех компетенций, установленных программой магистратуры»

² Результаты обучения более детализировано представляют индикаторы достижения компетенций как формируемые знания, умения и опыт (навыки), конкретные действия, выполняемые обучающимися, после успешного освоения дисциплины (с использованием указанного в Общей характеристике ООП профстандарта (-ов))

	– использовать математический аппарат для освоения теоретических основ и практического использования физических методов.	
РД 3	<i>В результате освоения дисциплины студент должен владеть:</i> – методами решения дифференциальных уравнений первого порядка; – методами решения линейных дифференциальных уравнений n-го порядка с постоянными коэффициентами; – навыками использования математического аппарата для решения физических задач.	И.УК(У)-1.3, И.УК(У)-4.2

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности ³	Объем времени, ч.
Раздел 1. Дифференциальные уравнения первого порядка	РД1, РД2, РД3	Лекции	8
		Практические занятия	12
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	34
Раздел 2. Дифференциальные уравнения высших порядков	РД1, РД2, РД3	Лекции	8
		Практические занятия	12
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	34
Раздел 3. Системы дифференциальных уравнений	РД1, РД2, РД3	Лекции	4
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	16
		Самостоятельная работа	34
Раздел 4. Элементы теории устойчивости	РД1, РД2, РД3	Лекции	4
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	12
		Самостоятельная работа	28
Раздел 5. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений	РД1, РД2, РД3	Лекции	
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	6

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Дифференциальные уравнения первого порядка

Определение обыкновенного дифференциального уравнения (ОДУ) и его решения. Примеры задач, приводящих к обыкновенным дифференциальным уравнениям. ОДУ первого порядка, разрешенное относительно производной. Поле направлений. Метод изоклин для построения интегральных кривых. Задача Коши. Условие Липшица. Теорема существования и единственности решения задачи Коши (без док-ва). Общее и частное решения, их геометрический смысл. Метод последовательных приближений. Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные уравнения и сводящиеся к ним. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка. Метод вариации произвольной постоянной. Уравнения Бернулли и Риккати. Уравнения в полных дифференциалах, интегрирующий

³ Общая трудоёмкость контактной работы и виды контактной работы в соответствии учебным планом

множитель. Особое решение дифференциального уравнения первого порядка. Уравнения, не разрешенные относительно производной. Метод введения параметра. Дискриминантная кривая. Особое решение как огибающая. Уравнения Лагранжа и Клеро. Зависимость решений от начальных значений и параметров.

Темы лекций:

1. Обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка, разрешенные относительно производной. Задача Коши. Теорема существования и единственности.
2. Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные уравнения и сводящиеся к ним.
3. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка.
4. Дифференциальные уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной. Метод введения параметра.

Темы практических занятий:

1. Дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными. Однородные уравнения.
2. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка (метод Лагранжа, метод Бернулли). Уравнение Бернулли и Риккати.
3. Уравнение в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель.
4. Метод изоклин. Составление дифференциальных уравнений семейства кривых.
5. Уравнения, не разрешенные относительно производной. Метод введения параметра. Особые решения ОДУ. Уравнения Лагранжа и Клеро.
6. Контрольная работа по теме “Дифференциальные уравнения 1-го порядка”.

Раздел 2. Дифференциальные уравнения высших порядков

Обыкновенные дифференциальные уравнения высших порядков. Основные понятия и определения. Задача Коши. Типы уравнений, допускающих понижение порядка. Линейные дифференциальные уравнения высших порядков и свойства их решений. Линейно зависимые и независимые системы функций. Определитель Вронского и его свойства. Фундаментальная система решений линейного однородного уравнения. Структура общего решения линейного однородного и неоднородного уравнения. Метод вариации произвольных постоянных. Формула Остроградского-Лиувилля. Линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Метод неопределенных коэффициентов. Уравнения, приводящиеся к уравнениям с постоянными коэффициентами. Нахождение решений дифференциальных уравнений в виде степенных рядов. Метод малого параметра. Нахождение периодических решений дифференциальных уравнений. Постановка краевых задач и их физическое содержание. Неоднородная краевая задача. Функция Грина краевой задачи. Задачи на собственные значения.

Темы лекций:

1. Дифференциальные уравнения высших порядков. Уравнения, допускающие понижение порядка.
2. Линейные дифференциальные уравнения высших порядков и их свойства.
3. Линейные дифференциальные уравнения высших порядков с постоянными коэффициентами.
4. Нахождение решений дифференциальных уравнений в виде степенных рядов. Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений.

Темы практических занятий:

1. Дифференциальные уравнения высших порядков, допускающие понижение порядка.
2. Линейные дифференциальные уравнения высших порядков. Фундаментальная система решений. Формула Остроградского-Лиувилля.
3. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения высших порядков. Метод вариации произвольных постоянных.
4. Линейные однородные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Линейные

неоднородные дифференциальные уравнения со специальной правой частью. Метод неопределенных коэффициентов.

5. Краевые задачи. Функция Грина. Задача на собственные значения.
6. Контрольная работа по теме “Дифференциальные уравнения высших порядков”.

Раздел 3. Системы дифференциальных уравнений

Нормальные системы дифференциальных уравнений. Векторная форма записи системы. Задача Коши. Сведение системы к одному уравнению порядка n . Решение систем методом исключения. Автономные системы. Фазовое пространство. Геометрическая и механическая интерпретация. Первые интегралы нормальной системы. Понижение порядка системы при помощи первых интегралов. Линейные системы дифференциальных уравнений и свойства их решений. Определитель Вронского и его свойства. Фундаментальная система решений линейной однородной системы. Фундаментальная матрица. Структура общего решения линейной однородной и неоднородной систем. Метод вариации произвольных постоянных. Линейные системы с постоянными коэффициентами. Построение матрицанта для линейных однородных систем с постоянными коэффициентами с использованием жордановой формы матрицы коэффициентов системы. Линейные неоднородные системы. Метод неопределенных коэффициентов. Линейные системы с периодическими коэффициентами.

Темы лекций:

1. Системы дифференциальных уравнений. Методы интегрирования.
2. Системы линейных дифференциальных уравнений.

Названия лабораторных работ:

1. Простейшие методы интегрирования систем дифференциальных уравнений.
2. Линейные системы дифференциальных уравнений. Фундаментальная матрица.
3. Интегрирование систем линейных дифференциальных уравнений. Метод вариации произвольных постоянных (метод Лагранжа).
4. Интегрирование систем линейных дифференциальных уравнений. Метод неопределенных коэффициентов.
5. Интегрирование однородных систем линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Метод Эйлера.
6. Линейные системы с периодическими коэффициентами.
7. Применение преобразования Лапласа к решению линейных дифференциальных уравнений и систем.
8. Контрольная работа по теме “Системы дифференциальных уравнений”.

Раздел 4. Элементы теории устойчивости

Определения понятия устойчивости по Ляпунову решения системы дифференциальных уравнений. Асимптотическая устойчивость. Автономные системы и их основные свойства. Точки покоя (положения равновесия) автономной системы. Качественное поведение на фазовой плоскости траекторий автономной системы в окрестности точек покоя. Устойчивость линейной системы с постоянной матрицей. Экспоненциальная устойчивость. Достаточные условия асимптотической устойчивости для автономной системы. Функции Ляпунова. Теоремы Ляпунова об устойчивости и асимптотической устойчивости. Теоремы Четаева и Ляпунова о неустойчивости. Исследование на устойчивость по первому приближению. Критерий Раунса-Гурвица. Геометрический критерий устойчивости. Предельные циклы автономных систем на плоскости. Критерии отсутствия предельных циклов автономных систем на плоскости. Теорема Пуанкаре-Бендиксона о существовании

предельного цикла. Критерий Пуанкаре устойчивости предельного цикла. Бифуркация Хопфа.

Темы лекций:

1. Устойчивость автономных систем. Простейшие типы точек покоя.
2. Метод функций Ляпунова. Устойчивость по первому приближению.

Названия лабораторных работ:

1. Устойчивость по Ляпунову. Асимптотическая устойчивость. Исследование устойчивости решения дифференциального уравнения и системы дифференциальных уравнений по определению.
2. Исследование устойчивости линейных систем с постоянными коэффициентами. Классификация точек покоя однородной линейной системы с постоянными коэффициентами. Фазовый портрет системы в окрестности точек покоя.
3. Исследование на устойчивость решения системы дифференциальных уравнений с помощью функций Ляпунова.
4. Исследование на устойчивость по первому приближению. Критерий Раунса-Гурвица. Геометрический критерий устойчивости.
5. Предельные циклы автономных систем на плоскости.
6. Исследование динамических систем в экономических задачах (модель динамики популяций, модель выравнивания цен).

Раздел 5. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений
--

Решение задачи Коши с помощью формулы Тейлора. Методы Рунге-Кутты. Методы с контролем погрешности на шаге. Конечно-разностные методы. Оценка погрешности конечно-разностных методов. Особенности интегрирования систем дифференциальных уравнений. Методы численного интегрирования дифференциальных уравнений второго порядка.

Названия лабораторных работ:

1. Численное решение задачи Коши методом Рунге-Кутты четвертого порядка.
2. Численное решение задачи Коши методом Адамса.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Треногин, В. А. Обыкновенные дифференциальные уравнения : учебник / В. А. Треногин. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 312 с. — ISBN 978-5-9221-1063-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2341> (дата обращения: 07.03.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Агафонов, С. А. Математика в техническом университете : учебник : в 21 выпуск / С. А. Агафонов, А. Д. Герман, Т. В. Муратова. — 5-е изд., стер. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007 — Выпуск 8 : Дифференциальные уравнения — 2011. — 347 с. — ISBN 978-5-7038-2484-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106546> (дата обращения: 07.03.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Жабко, А. П. Дифференциальные уравнения и устойчивость : учебник / А. П. Жабко, Е. Д. Котина, О. Н. Чижова. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1759-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/60651> (дата обращения: 06.03.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Романко, В. К. Курс дифференциальных уравнений и вариационного исчисления: учебное пособие / В. К. Романко. — 4-е изд. (эл.). — Москва : Лаборатория знаний, 2015. — 347 с. — ISBN 978-5-9963-3013-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/70785> (дата обращения: 07.03.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Высшая математика для технических университетов. Учебное пособие. В 5 частях. Ч. 5: Дифференциальные уравнения / В. Н. Задорожный, В. Ф. Зальмеж, А. Ю. Трифонов, А. В. Шаповалов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Физико-технический институт (ФТИ), Кафедра высшей математики и математической физики (ВММФ) . — Томск : Изд-во ТПУ, 2014. - URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/m135.pdf> (дата обращения: 06.03.2020). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. - Текст : электронный.

Дополнительная литература

1. Тихонов, А. Н. Дифференциальные уравнения: учебник / А. Н. Тихонов, А. Б. Васильева, А. Г. Свешников. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2002. — 256 с. — ISBN 978-5-9221-0277-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/48171> (дата обращения: 24.03.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Зайцев, В. Ф. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям : справочник / В. Ф. Зайцев, А. Д. Полянин. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2001. — 576 с. — ISBN 5-9221-0102-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2368> (дата обращения: 12.03.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Филиппов, Алексей Федорович. Сборник задач по дифференциальным уравнениям / А. Ф. Филиппов. — Москва; Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2003. — 176 с.: ил. — Текст : непосредственный. <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C263005>
4. Краснов, Михаил Леонтьевич. Сборник задач по обыкновенным дифференциальным уравнениям: учебное пособие / М. Л. Краснов, А. И. Киселев, Г. И. Макаренко. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Высшая школа, 1978. — 287 с.: ил. — Текст: непосредственный. <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C37361>
5. Дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление в примерах и задачах: учебное пособие / А. Б. Васильева, Г. Н. Медведев, Н. А. Тихонов, Т. А.

Уразгильдина. — 2-е изд. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2005. — 432 с. — ISBN 5-9221-0628-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/59405> (дата обращения: 07.03.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. <http://www.lib.mexmat.ru> - Электронная библиотека ММФ МГУ;
2. <http://www.mathnet.ru> - Общероссийский математический портал;
3. <http://www.benran.ru> - Библиотека по естественным наукам РАН.

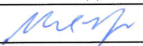
7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, учебный корпус 10, аудитория 418	Комплект оборудования для проведения лекционных и практических занятий по основным разделам Математики (Математика 1, Математика 2, Математика 3, Математика 4.3, Дифференциальные уравнения, Теория вероятностей, Математическая статистика, Алгебра и геометрия, Функциональный анализ и др.), курсов вариативной части (Страхование и актуарные расчеты, Численные методы, Многомерные статистические методы, Теория случайных процессов и др.): – Комплект учебной мебели на 50 посадочных мест; – Компьютер - 1 шт.; – Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, учебный корпус 10, аудитория 421	Комплект оборудования для проведения лекционных и практических занятий по основным разделам Математики (Математика 1, Математика 2, Математика 3, Математика 4.3, Дифференциальные уравнения, Теория вероятностей, Математическая статистика, Алгебра и геометрия, Функциональный анализ и др.), курсов вариативной части (Страхование и актуарные расчеты, Численные методы, Многомерные статистические методы, Теория случайных процессов и др.): – Доска аудиторная настенная - 2 шт.; – Комплект учебной мебели на 80 посадочных мест; – Компьютер - 1 шт.; – Проектор - 1 шт.; – Acrobat Reader DC and Runtime Software Distribution Agreement; – Visual C++ Redistributable Package; – Mozilla Public License 2.0; – K-Lite Codec Pack; – GNU Lesser General Public License 3; – GNU Affero General Public License 3; – Far Manager; – Chrome; – Berkeley Software Distribution License 2-Clause.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего	Комплект оборудования для проведения лекционных и практических занятий по основным разделам Математики (Математика 1, Математика 2, Математика 3, Математика 4.3, Дифференциальные уравнения, Теория вероятностей,

	контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, учебный корпус 10, аудитория 422	Математическая статистика, Алгебра и геометрия, Функциональный анализ и др.), курсов вариативной части (Страхование и актуарные расчеты, Численные методы, Многомерные статистические методы, Теория случайных процессов и др.): – Доска аудиторная настенная - 1 шт.; – Комплект учебной мебели на 72 посадочных мест; – Компьютер - 1 шт.; – Проектор - 1 шт.
--	---	---

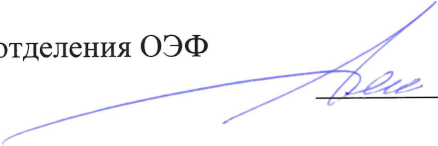
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 01.03.02 Прикладная математика и информатика (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
доцент		Мягкий А.Н.

Программа одобрена на заседании отделения Экспериментальной физики (протокол № 3 от «31» августа 2020 г.).

Заведующий кафедрой - руководитель отделения ОЭФ
на правах кафедры, д.т.н, профессор

 /Лидер А.М./