

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор



_____ Хагуров Т.А.

_____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.11.04 ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Направленность (профиль) Нанотехнологии в электронике

Форма обучения очная

Квалификация выпускника бакалавр

Краснодар 2019

Рабочая программа дисциплины «Дифференциальные уравнения» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Программу составил:

А.А. Мартынов, доцент кафедры теоретической физики и компьютерных технологий,
кандидат физ.-мат. наук



подпись

Рабочая программа дисциплины «Дифференциальные уравнения» утверждена на заседании кафедры теоретической физики и компьютерных технологий

протокол № 9 «21» мая 2019 г.
Заведующий кафедрой (разработчик) В.А. Исаев



подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры радиопизики и нанотехнологий

протокол № 7 «14» мая 2019 г.
Заведующий кафедрой (выпускающей) Г.Ф. Копытов



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета

протокол № 11 «21» мая 2019 г..
Председатель УМК факультета Н.М. Богатов



подпись

Рецензенты:

Богатов Н.М., д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой физики и информационных систем физико-технического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ»

Половодов Ю.А., к. пед. н., генеральный директор ООО «КПК»

1. Цели и задачи изучения дисциплины.

1.1 Цель освоения дисциплины.

Учебная дисциплина «**Дифференциальные уравнения**» ставит своей целью изучение математических моделей физических явлений и процессов, которые описываются различными дифференциальными, интегральными уравнениями и системами обыкновенных дифференциальных уравнений. Значительная часть таких математических моделей сводится к задачам с начальными условиями либо к задачам с краевыми (граничными) условиями. Важнейшая роль обыкновенных дифференциальных уравнений объясняется их широким диапазоном использования – трудно найти раздел точного естествознания (классическая механика, теория колебаний, теория электрических цепей, радиотехника, радиофизика, электродинамика и др.), в котором бы они не применялись.

1.2 Задачи дисциплины.

Основной задачей дисциплины является изучение основных понятий теории обыкновенных дифференциальных уравнений, интегральных уравнений и вариационного исчисления и овладение практическими навыками работы с этим математическим аппаратом.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «**Дифференциальные уравнения**» входит в базовую часть цикла общепрофессиональных дисциплин базового учебного плана по направлению подготовки бакалавриата 11.03.04 Электроника и наноэлектроника «Нанотехнологии в электронике».

Для успешного освоения дисциплины студент должен владеть обязательным минимумом содержания основных образовательных программ по математике (аналитическая геометрия, линейная алгебра, математический анализ, теория функций комплексного переменного, векторный и тензорный анализ).

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующей компетенции в соответствии с ФГОС ВО и ООП по данному направлению подготовки:

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-1	Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	основы дифференциальных уравнений для решения прикладных задач наноэлектроники	применять знания основ теории обыкновенных дифференциальных уравнений, интегральных уравнений и вариационного исчисления для решения прикладных задач в наноэлектронике	навыками решения прикладных задач при помощи основ теории обыкновенных дифференциальных уравнений, интегральных уравнений и вариационного исчисления

2 Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по

видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)	
			3	
Контактная работа, в том числе:		54,3	54,3	
Аудиторные занятия (всего):		52	52	
Занятия лекционного типа		34	34	
Лабораторные занятия		-	-	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		18	18	
Иная контактная работа:		2,3	2,3	
Контроль самостоятельной работы (КСР)		2	2	
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3	
Самостоятельная работа, в том числе:		18	18	
Проработка учебного (теоретического) материала		8	9	
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		10	10	
Контроль:		35,7	35,7	
Экзамен		35,7	35,7	
Общая трудоемкость	час.	108	108	
	в том числе контактная работа	54,3	54,3	
	зач. ед.	3	3	

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 3 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛЗ	
			Л	ПЗ	ЛЗ	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка	18	10	5	-	3
2.	Обыкновенные дифференциальные уравнения высших порядков	16	8	5	-	3
3.	Система обыкновенных дифференциальных уравнений	16	8	4	-	4
4.	Интегральные уравнения	10	4	2	-	4
5.	Элементы вариационного исчисления	10	4	2	-	4
	ИТОГО по разделам дисциплины	70	34	18	-	18
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	-	-	-	-
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	-	-	-	-
	Подготовка к текущему контролю	35,7	-	-	-	-
	Общая трудоемкость по дисциплине	108	34	18	-	18

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка	Понятие дифференциального уравнения 1-го порядка. Задача Коши. Общее и частное решения, общий интеграл. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для дифференциального уравнения, разрешенного относительно производной. Решение дифференциальных уравнений с разделенными переменными. Решение дифференциальных уравнений с разделяющимися переменными. Однородные уравнения первого порядка. Линейные однородные дифференциальные уравнения и их общее решение. Линейные неоднородные уравнения и их решение методом вариации постоянной. Линейные неоднородные уравнения и их решение методом Бернулли. Решение уравнения Бернулли методом вариации постоянной. Решение уравнения Бернулли методом подстановки ($y = uv$). Уравнения в полных дифференциалах и их общий интеграл. Дифференциальные уравнения 1-го порядка, не разрешенные относительно производной.	Ответы на контрольные вопросы и задания.
2.	Обыкновенные дифференциальные уравнения высших порядков	Общий вид дифференциального уравнения n -го порядка, его общее решение и общий интеграл, задача Коши для этого уравнения. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для уравнения n -го порядка разрешенного относительно старшей производной. Дифференциальные уравнения высших порядков, допускающие понижение порядка. Линейные однородные дифференциальные уравнения второго порядка. Линейно зависимые и линейно независимые системы функций. Определитель Вронского. Структура общего решения линейного однородного дифференциального уравнения второго порядка. Фундаментальные системы решений. Задача Коши для дифференциальных уравнений второго порядка. Краевые задачи для дифференциальных уравнений второго порядка. Характеристическое уравнение и характеристический	Ответы на контрольные вопросы

		полином линейного однородного дифференциального уравнения 2-го порядка с постоянными коэффициентами. Возможные случаи решения действительного характеристического уравнения, и соответствующий им вид общих решений линейного однородного дифференциального уравнения 2-го порядка. Неоднородные линейные дифференциальные уравнения 2-го порядка. Структура общего решения линейного неоднородного дифференциального уравнения 2-го порядка. Решение линейных дифференциальных неоднородных уравнений 2-го порядка методом вариации произвольных постоянных. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения 2-го порядка с постоянными коэффициентами. Решение неоднородных линейных дифференциальных уравнений 2-го порядка с постоянными коэффициентами и правой частью специального вида методом вариации произвольных постоянных. Решение неоднородных линейных дифференциальных уравнений 2-го порядка с постоянными коэффициентами и правой частью специального вида методом неопределенных коэффициентов. Дифференциальное уравнение механических колебаний и его решение в случае малого трения. Дифференциальное уравнение механических колебаний и его решение в случае большого трения.	
3.	Система обыкновенных дифференциальных уравнений	Нормальные системы дифференциальных уравнений. Структура общего решения. Начальная задача Коши для нормальной системы дифференциальных уравнений. Система линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение системы линейных однородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Решение системы линейных однородных уравнений с постоянными коэффициентами в случае различных действительных корней характеристического уравнения.	Ответы на контрольные вопросы
4.	Интегральные уравнения	Предварительные замечания (некоторые сведения из функционального анализа, преобразование Лапласа, преобразование Фурье). Интегральные уравнения Вольтерра. Основные понятия. Связь между линейными дифференциальными уравнениями и интегральными уравнениями Вольтерра. Резольвента интегрального уравнения Вольтерра.	Ответы на контрольные вопросы и задания

		Решение интегрального уравнения с помощью резольвенты. Примеры интегральных уравнений Вольтерра. Эйлеровы интегралы. Интегральные уравнения Абеля и его обобщения. Интегральные уравнения Фредгольма. Основные понятия. Метод определителей Фредгольма. Итерированные ядра. Построение резольвенты с помощью итерированных ядер. Интегральные уравнения с выраженным ядром.	
5.	Элементы вариационного исчисления	Экстремумы функционалов. Некоторые сведения и понятия из функционального анализа: функциональные пространства, функционалы, экстремумы функционалов. Необходимые условия экстремума. Вариации функционалов. Теорема Ферма. Старшие вариации и условия старших порядков. Простейшая задача классического вариационного исчисления Лемма Лежандра и уравнение Эйлера. Интегрирование уравнения Эйлера. Примеры: задача о кратчайшем расстоянии между двумя точками на плоскости; пример Вейерштрасса. Вариационный принцип Ферма в геометрической оптике. Задача Больца и условия трансверсальности. Простейшая задача классического вариационного исчисления и необходимое условие Лежандра.	Ответы на контрольные вопросы и задания

2.3.2 Занятия семинарского типа

Варианты практических заданий берутся из задачников:

1. Сборник задач по дифференциальным уравнениям и вариационному исчислению [Электронный ресурс] : учебное пособие / под ред. Романко В.К.. — Электрон. дан. — Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 222 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70710>

2. Васильева А.Б. Дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление в примерах и задачах [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Б. Васильева, Г.Н. Медведев, Н.А. Тихонов, Т.А. Уразгильдина. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2003. — 432 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2358>.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка	Решение задач по темам: уравнения с разделенными и разделяющимися переменными; уравнения разрешенные относительно производной; однородные уравнения; линейные однородные уравнения; линейные неоднородные уравнения и их решение методом вариации постоянной; уравнение Бернулли; дифференциальные уравнения, не разрешенные относительно производной.	Контрольная работа

2.	Обыкновенные дифференциальные уравнения высших порядков	Решение задач по темам: дифференциальные уравнения высших порядков, допускающие понижения порядка; линейные однородные уравнения второго порядка и их общее решение; линейные неоднородные уравнения второго порядка и их решение методом вариации постоянной; линейные однородные и не однородные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами.	Контрольная работа
3.	Система обыкновенных дифференциальных уравнений	Решение задач по темам: нормальные системы дифференциальных уравнений, их общее решение и задача Коши для этих систем; системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.	Контрольная работа
4.	Интегральные уравнения	Решение задач по темам: интегральные уравнения Вольтерра и Фредгольма.	Контрольная работа
5.	Элементы вариационного исчисления	Решение задач по темам: экстремумы функционалов, необходимые условия экстремума, вариации функционалов; простейшая задача вариационного исчисления.	Контрольная работа

2.3.3 Лабораторные занятия

По дисциплине лабораторные занятия не планируются.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Согласно учебному плану курсовые работы (проекты) по данной дисциплине не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Разделы 1 – 5.	1. Романко В.К. Курс дифференциальных уравнений и вариационного исчисления [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.К. Романко. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 347 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/70785. 2. Сборник задач по дифференциальным уравнениям и вариационному исчислению [Электронный ресурс] : учебное пособие / под ред. Романко В.К.. — Электрон. дан. — Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 222 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/70710. 3. Филиппов А. Ф. Введение в теорию дифференциальных уравнений [Текст] : учебник для студентов вузов по группе физико-математических направлений и специальностей / А. Ф. Филиппов. - Изд. стер. - Москва : URSS : [ЛЕНАНД], 2015. - 239 с.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3 Образовательные технологии

Для проведения меньшей части лекционных занятий используются мультимедийные средства воспроизведения активного содержимого, позволяющего слушателю воспринимать особенности изучаемой профессии, зачастую играющие решающую роль в понимании и восприятии, а также формировании профессиональных компетенций. Большая часть лекций и практические занятия проводятся с использованием доски и справочных материалов.

По дисциплине проводятся двухчасовые лекционно-практические занятия. При этом в каждом модуле проводятся практические занятия, посвященные решению типовых задач. В процессе практических занятий проводится обсуждение и разбор решений прикладных задач.

Такой инновационный подход позволил внедрить в процесс преподавания учебной дисциплины «Дифференциальные уравнения» новые средства, формы и активные прогрессивные методы обучения. Используемые технологии способствуют реализации студентами своего личностного, познавательного и творческого потенциала и выполнению учебных и учебно-исследовательских работ по личным траекториям.

4 Оценочные и методические материалы

4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Дифференциальные уравнения».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме тем рефератов и **промежуточной аттестации** в форме вопросов к экзамену.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка	ОПК-1	проверка домашних заданий, реферат	Вопрос на экзамене
2	Обыкновенные дифференциальные уравнения высших порядков	ОПК-1	проверка домашних заданий, реферат	Вопрос на экзамене
3	Система обыкновенных дифференциальных уравнений	ОПК-1	проверка домашних заданий, реферат	Вопрос на экзамене
4	Интегральные уравнения	ОПК-1	проверка домашних заданий, реферат	Вопрос на экзамене
5	Элементы вариационного исчисления	ОПК-1	проверка домашних заданий, реферат	Вопрос на экзамене

Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Код и наименование компетенций	Конкретизация компетенций	Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания		
		пороговый	базовый	продвинутый
		Оценка		
		Удовлетворительно /зачтено	Хорошо/зачтено	Отлично /зачтено
ОПК-1 - Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики	Знает основы дифференциальных уравнений для решения прикладных задач нанoeлектроники	Знание базовых понятий не в полной объеме, без грубых ошибок	Знание базовых понятий, содержащих отдельные пробелы	Сформированная полная система представлений
	Умеет применять знания основ теории обыкновенных дифференци-	Умения продемонстрированы с большим количеством ошибок	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы и неточности	Сформированное устойчивое умение высокого уровня

для решения задач инженерной деятельности	альных уравнений, интегральных уравнений и вариационного исчисления для решения прикладных задач в нанoeлектронике		умение	
	Владеет навыками решения прикладных задач при помощи основ теории обыкновенных дифференциальных уравнений, интегральных уравнений и вариационного исчисления	В целом успешное, но не систематическое	В целом успешное, но содержащее различные неточности	Успешное систематическое применение навыков

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

Темы рефератов:

1. Линейные уравнения второго порядка.
2. Линейные уравнения второго порядка с дискретным временем.
3. Фазовый портрет и бифуркации.
4. Системы линейных уравнений и резонанс.
5. Резонанс.
6. Законы Кеплера и движение в потенциале Ньютона.
7. 2-й закон Кеплера и сохранение момента количества движения.
8. Гамильтоновы системы и вариационные принципы.
9. Движение в одномерном потенциале.
10. Математический и физический маятник.
11. Линейные системы, сохраняющие положительность, и возрастание энтропии.
12. Нелинейные системы и возрастание энтропии.
13. Дискретные уравнения и возрастание энтропии.
14. Устойчивые особые точки.
15. Уравнения с частными производными первого порядка и уравнения неразрывности.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

Примеры вопросов для подготовки к экзамену

1. Дифференциальные уравнения. Основные понятия и определения.
2. Уравнения с разделяющимися переменными. Уравнения с разделенными переменными.
3. Уравнения, приводящиеся к уравнениям с разделяющимися переменными.
4. Линейные уравнения 1-го порядка.
5. Метод вариации постоянных.
6. Уравнение Бернулли и его сведение к линейному уравнению.
7. Уравнение Риккати и его сведение к линейному уравнению.
8. Уравнение в полных дифференциалах.
9. Теорема существования и единственности решения дифференциального уравнения первого порядка.

10. Простейшие типы уравнений, неразрешенных относительно производной.
11. Уравнение Лагранжа.
12. Уравнение Клеро.
13. Простейшие случаи понижения порядка дифференциальных n -го порядка.
14. Линейные однородные дифференциальные уравнения n -го порядка.
15. Линейный дифференциальный оператор и его свойства.
16. Свойства решений линейного однородного уравнения.
17. Линейно зависимые и независимые системы функций. Определитель Вронского.
18. Общее решение линейного однородного дифференциального уравнения, фундаментальная система решений.
19. Нахождение общего решения линейного однородного дифференциального уравнения по фундаментальной системе решений.
20. Формула Остроградского - Лиувилля.
21. Линейные однородные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение. Случай различных действительных и мнимых корней.
22. Линейные однородные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение.
23. Линейное однородное дифференциальное уравнение второго порядка с постоянными коэффициентами. Различные случаи корней действительного характеристического уравнения.
24. Линейное неоднородное дифференциальное уравнение второго порядка и нахождение его общего решения методом вариации произвольных постоянных.
25. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами и правой частью специальных видов.
26. Нормальные системы обыкновенных дифференциальных уравнений и их общее решение.
27. Задача Коши для нормальной системы обыкновенных дифференциальных уравнений.
28. Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.
29. Характеристическое уравнение систем однородных линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.
30. Интегральные уравнения Вольтерра и их примеры.
31. Интегральные уравнения Фредгольма и их примеры.
32. Понятия функционала, экстремумы функционала, необходимые условия экстремума функционала.
33. Простейшая задача классического вариационного исчисления. Пример – вариационный принцип Ферма в геометрической оптики.

***Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством:
ОПК-1***

4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания на экзамене:

Экзамен проводится по билетам, состоящим из двух теоретических вопросов и одной задачи.

Рекомендуются следующие критерии оценки знаний.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в том случае, если студент демонстрирует:

- поверхностное знание теоретического материала;
- незнание основных законов, понятий и терминов учебной дисциплины, неверное оперирование ими;
- не решена задача.

Оценка «удовлетворительно» ставится студентам, которые при ответе:

- в основном знают учебно-программный материал в объёме, необходимом для предстоящей учебы и работы по профессии;
- в целом усвоили основную литературу;
- в ответах на вопросы имеют нарушения в последовательности изложения учебного материала, демонстрируют поверхностные знания вопроса;
- имеют краткие ответы только в рамках лекционного курса;
- приводят нечеткие формулировки физических понятий и законов;
- имеют существенные погрешности и грубые ошибки в ответе на вопросы;
- задача решена.

Оценка «хорошо» ставится студентам, которые при ответе:

- обнаруживают твёрдое знание программного материала, который излагают систематизировано, последовательно и уверенно;
- усвоили основную и наиболее значимую дополнительную литературу;
- допускают отдельные погрешности и незначительные ошибки при ответе;
- в ответах не допускает серьезных ошибок и легко устраняет отдельные неточности с помощью дополнительных вопросов преподавателя;
- задача решена.

Оценка «отлично» ставится студентам, которые при ответе:

- обнаруживают всестороннее систематическое и глубокое знание программного материала (знание основных понятий, законов и терминов учебной дисциплины, умение оперировать ими);
- излагают материал логично, последовательно, развернуто и уверенно;
- излагают материал с достаточно четкими формулировками, подтверждаемыми графиками, цифрами или примерами;
- владеют научным стилем речи;
- демонстрируют знание материала лекций, базовых учебников и дополнительной литературы;
- задача решена.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете;
- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;
- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа. Для лиц с нарушениями слуха:
- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Основная литература:

1. Романко В.К. Курс дифференциальных уравнений и вариационного исчисления [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.К. Романко. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 347 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70785>.

2. Сборник задач по дифференциальным уравнениям и вариационному исчислению [Электронный ресурс] : учебное пособие / под ред. Романко В.К.. — Электрон. дан. — Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 222 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70710>.

3. Филиппов А. Ф. Введение в теорию дифференциальных уравнений [Текст] : учебник для студентов вузов по группе физико-математических направлений и специальностей / А. Ф. Филиппов. - Изд. стер. - Москва : URSS : [ЛЕНАНД], 2015. - 239 с.

5.2 Дополнительная литература:

1. Васильева А.Б. Дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление в примерах и задачах [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Б. Васильева, Г.Н. Медведев, Н.А. Тихонов, Т.А. Уразгильдина. — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2003. — 432 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2358>.

2. Тихонов А.Н. Дифференциальные уравнения [Электронный ресурс]: учебник / А.Н. Тихонов, А.Б. Васильева, А.Г. Свешников. — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2002. — 256 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/48171>.

3. Краснов М.Л. Вариационное исчисление: задачи и упражнения / М.Л. Краснов, Г.И. Макаренко, А.И. Киселев. - Москва: Наука, 1973. - 191 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=455168>

4. Краснов М.Л. Интегральные уравнения: введение в теорию / М.Л. Краснов. - Москва: Наука, 1975. - 303 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457126>

5.3. Периодические издания:

1. Вестник МГУ. Серия: Физика. Астрономия.
2. Журнал прикладной механики и технической физики.
3. Журнал технической физики.
4. Известия ВУЗов. Серия: Физика.
5. Инженерная физика.
6. Успехи физических наук.
7. Физика. Реферативный журнал. ВИНТИ.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

На самостоятельную работу студентов отводится 10% времени от общей трудоемкости дисциплины. Проверка знаний студента основана на контрольных вопросах и дополнительных вопросах, касающихся соответствующих разделов дисциплины:

- выполнение домашних заданий по практическим занятиям;
- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний, получаемых посредством изучения рекомендуемой литературы.
- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

7.1 Перечень информационно-коммуникационных технологий

1. Журнал: Современная электроника www.soel.ru
2. Журнал «Техника Связи» — производственный технический журнал, освещает все аспекты телекоммуникаций и связи: <http://www.t-sv.ru/ozhurnale.html>
3. Сайт интерактивной поддержки проведения лабораторных и самостоятельных работ по дисциплине: <http://www.adcomlogod.narod.ru>
4. <http://ntb.tti.sfedu.ru/> (сайт научно-технической библиотеки ТТИ ЮФУ);
5. <http://elibrary.ru/> (сайт научной электронной библиотеки);
6. <http://www.exponenta.ru/> (образовательный математический сайт);
7. <http://www.i-exam.ru/> (сайт Научно-исследовательского института мониторинга качества образования, г. Йошкар-Ола).

7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Не предусмотрено.

7.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>)
2. Электронная библиотечная система «Лань» (<http://www.e.lanbook.com>)

8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Аудитория 230 С, оснащенная переносным проектором и магнитно-маркерной доской.
2.	Семинарские занятия	Аудитории 227 С оснащены магнитно-маркерными досками.
3.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория 227 С, оснащенная магнитно-маркерной доской.
4.	Самостоятельная работа	Аудитория 203 С оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.