

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИМА

Баева Л. С.

Ф.И.О.



подпись

«23» января 2019 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина

Б1.В.ДВ.05.02 Основы теории колебаний

код и наименование дисциплины

Направление подготовки/специальность

11.05.01 Радиоэлектронные системы и

код и наименование направления подготовки /специальности

комплексы

Направленность/специализация

специализация №2 "Радиоэлектронные системы передачи  
наименование направленности (профиля) /специализации образовательной программы

информации"

Квалификация выпускника

специалист

указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО

Кафедра-разработчик

Радиоэлектронных систем и транспортного радиооборудования  
наименование кафедры-разработчика рабочей программы

Мурманск  
2019

**Лист согласования**

1 Разработчик(и)

Часть 1	Должность Доцент	РЭС и ТРО кафедра	Подпись <i>M. Bond</i>	Ф.И.О. Волков М.А.
Часть 2	должность	кафедра	подпись	Ф.И.О.
Часть 3	должность	кафедра	подпись	Ф.И.О.

2. Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика рабочей программы

Радиоэлектронных систем и транспортного радиооборудования 23.01.2019 г.  
наименование кафедры дата

протокол № 8 (дата, подпись) *Л.Ф.* Борисова Л.Ф.  
Ф.И.О. заведующего кафедры – разработчика

3<sup>1</sup>. Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с выпускающей кафедрой по направлению под-  
готовки /специальности.

Заведующий выпускающей кафедрой наименование кафедры

\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_  
дата подпись Ф.И.О.

<sup>1</sup> Если кафедра-разработчик является выпускающей, то пункт не заполняется.

## Лист изменений и дополнений, вносимых в РП

к рабочей программе по дисциплине, входящей в состав ОПОП по направлению специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, специализации №2 Радиоэлектронные системы передачи информации, 2017 года начала подготовки.

**Таблица 1. Изменения и дополнения**

№ п/п	Дополнение или изменение, вносимое в рабочую программу в части	Содержание дополнения или изменения	Основание для внесения дополнения или изменения	Дата внесения дополнения или изменения
1	Титульного листа			
2	Листа утверждений			
3	Структуры учебной дисциплины (модуля)			
4	Содержания учебной дисциплины (модуля)			
5	Методического обеспечения дисциплины (модуля)			
6	Структуры и содержания ФОС			
7	Рекомендуемой литературы			
8	Перечня интернет ресурсов (ЭБС)			
9	Перечня лицензионного программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем			
10	Перечня МТО			

Дополнения и изменения внесены « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ г.

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Коды циклов дисциплин, модулей, практик	Название циклов, разделов, дисциплин, модулей, практик	Краткое содержание (Цель, задачи, содержание разделов дисциплины, реализуемые компетенции, формы промежуточного контроля, формы отчетности)
1	2	3
Б1	Дисциплины	
Б1.В.ДВ.05.02	Основы теории колебаний	<p><b>Цель дисциплины:</b> - формирование компетенций в области профессиональной деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра и учебным планом для направления 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы».</p> <p><b>Задачи дисциплины:</b> - ознакомить студентов с особенностями собственных, вынужденных, параметрических и автоколебаний в нелинейных колебательных системах, а также с методами анализа этих систем</p> <p><b>В результате изучения дисциплины студент должен:</b>  <b>Знать:</b>                      - типы колебательных процессов и систем;                      - основные подходы к изучению колебательных систем.  <b>Уметь:</b>                      - самостоятельно проводить анализ изучаемой колебательной системы;                      - составлять уравнения, описывающие эти системы, решать их.  <b>Владеть:</b>                      - навыками приближенного аналитического описания нелинейных колебательных систем.</p> <p><b>Содержание основных разделов дисциплины:</b>                      Глава 1. Собственные колебания в линейных и нелинейных системах с одной степенью свободы                      Глава 2. Элементы теории автоколебаний                      Глава 3. Вынужденные колебания в нелинейных системах с одной степенью свободы                      Глава 4. Параметрические колебания в нелинейных системах с одной степенью свободы                      Глава 5. Колебания в линейной системе с двумя степенями свободы</p> <p><b>Реализуемые компетенции:</b>  <b>ФГОС ВО</b>                      ПК-11; ПСК-2.2  <b>Формы отчетности для очной и заочной формы обучения соответственно:</b>                       Курс 3 – зачет, контрольная работа.</p>

## Пояснительная записка

1. Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки/ специальности 11.05.01 "Радиоэлектронные системы и комплексы",  
(код и наименование направления подготовки /специальности)

утвержденного №1031 от 11.08.2016, учебного плана  
дата, номер приказа Минобрнауки РФ

в составе ОПОП по направлению подготовки/специальности 11.05.01 "Радиоэлектронные системы и комплексы", направленности специализации "Радиоэлектронные системы передачи информации", 2017 года начала подготовки.

### 2. Цели и задачи учебной дисциплины (модуля)

**Целью дисциплины (модуля)** «Основы теории колебаний» является необходимость дать углубленное представление в соответствии с квалификационной характеристикой и рабочими учебными планами о процессе образования, физических свойствах и способах распространения колебаний различной природы. Дисциплина не относится к дисциплинам ГОС, а является дисциплиной по выбору.

#### Задачи:

- дать необходимые знания по теории колебаний. Основное внимание уделяется процессам образования колебаний, их физическим свойствам, а также способам распространения в различных средах, которые могут оказывать существенное влияние на колебания различного рода.

### 3. Требования к уровню подготовки специалиста в рамках данной дисциплины

Процесс изучения дисциплины «Основы теории колебаний» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.05.01 "Радиоэлектронные системы и комплексы":

Таблица 1 – Компетенции, формируемые дисциплиной «Основы теории колебаний»

№ п/п	Код компетенции	Компоненты компетенции, степень их реализации	Результаты обучения
1	ПСК-2.2 способностью оценивать основные показатели качества систем передачи информации с учетом характеристик каналов связи	Компоненты компетенции полностью соотносятся с содержанием дисциплины.	<b>знать:</b> типы колебательных процессов и систем; основные подходы к изучению колебательных систем <b>уметь:</b> составлять уравнения, описывающие эти системы, решать их <b>владеть:</b> навыками приближенного аналитического описания нелинейных колебательных систем

2.	ПК-11 способностью к реализации программ экспериментальных исследований, в том числе в режиме удаленного доступа, включая выбор технических средств, обработку результатов и оценку погрешности экспериментальных данных	Компоненты компетенции полностью соотносятся содержанием дисциплины.	с знать: аппаратуру обслуживаемых радиоэлектронных систем и комплексов и ее функционирование уметь: осуществлять эксплуатацию и техническое обслуживание радиоэлектронных систем и комплексов владеть: навыками эксплуатации и технического обслуживания радиоэлектронных средств, в высоких широтах.
----	---	--	--

#### 4. Структура и содержание учебной дисциплины (модуля)

Таблица 2\* - Распределение учебного времени дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа

Вид учебной нагрузки**	Распределение трудоемкости дисциплины по формам обучения			
	Заочная			
	Курс			Всего часов
	3	-	-	
Лекции	4	-	-	4
Практические занятия	-	-	-	-
Лабораторные работы	4	-	-	4
Самостоятельная работа студента	60	-	-	60
Подготовка и сдача экзамена	4	-	-	4
Всего часов по дисциплине	72	-	-	72
Формы промежуточного и текущего контроля				
Экзамен	-	-	-	-
Зачет/зачет оценкой	с +	-	-	+
Курсовая работа (проект)	-	-	-	-

\* Разработчикам РП можно убирать столбцы с формами обучения, если данная форма не реализуется в МГТУ

\*\* При отсутствии вида учебной нагрузки ставить прочерк в соответствующей ячейке

Количество расчетно-графических работ	-	-	-	-
Количество контрольных работ	1	-	-	1
Количество рефератов	-	-	-	-
Количество эссе	-	-	-	-

**Таблица 3\* - Содержание разделов дисциплины (модуля), виды работы**

№ п/п	Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной подготовки по формам обучения			
		Заочная			
		Л	ЛР	ПР	СР
1	<b>Раздел 1. Собственные колебания в линейных и нелинейных системах с одной степенью свободы</b>  <b>Тема 1.</b> Предмет теории колебаний. Классификация колебательных процессов, систем, явлений. Понятие о фазовой скорости. Консервативная линейная система: особые точки, фазовые траектории, интегральные кривые. Особая точка - центр.	0,5	-	-	6
2	<b>Тема 2.</b> Неконсервативные линейные системы. Метод изоклин. Особые точки - фокус, узел, седло. Понятие уравнения Дуффинга. Колебания физического маятника. Фазовая плоскость консервативных нелинейных систем. Неизохронность колебаний нелинейного осциллятора.	0,5	1	-	6
3	<b>Раздел 2. Элементы теории автоколебаний</b>  <b>Тема 3.</b> Определение и общие свойства автоколебательных систем. Предельные циклы. Генератор со ступенчатой характеристикой.	1	1	-	6
4	<b>Тема 4.</b> Условие генерации колебаний. Понятие потенциально автоколебательной системы. Понятие томсоновской системы. Метод Ван-дер-Поля.	1	-	-	6
5	<b>Тема 5.</b> Разрывные колебания. Колебания в схеме с неоновой лампой. Примеры разрывных колебаний в радиотехнических системах.	-	-	-	6

\* Разработчикам РП можно убирать столбцы с формами обучения, если данная форма не реализуется в МГТУ

6	<b>Раздел 3. Вынужденные колебания в нелинейных системах с одной степенью свободы</b>  Тема 6. Метод Ван-дер-Поля для анализа вынужденных колебаний в нелинейных системах.	-	1	-	2
7	<b>Раздел 4. Параметрические колебания в нелинейных системах с одной степенью свободы</b>  Тема 7. Параметрические колебания в линейных системах. Физическая картина параметрического возбуждения.	0,5	1	-	2
8	<b>Раздел 5. Колебания в линейной системе с двумя степенями свободы</b>  Тема 8. Определение числа степеней свободы. Парциальная и полная системы. Нормальные колебания, связь и связанность парциальных систем.	0,5	-	-	2
9	<b>Тема 9. Вынужденные колебания в линейной системе с двумя степенями свободы без трения.</b>	-	-	-	4
	<b>Итого за дисциплину:</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>60</b>



**Таблица 4 Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины (модуля), и видов занятий с учетом форм контроля**

Перечень компетенций	Виды занятий								Формы контроля
	Л	ЛР	ПР	КР/КП	РГР	к/р	э	СР	
ПСК-2.2	+	+	-	-/-	-	+	-	+	Отчет и защита лабораторных работ, контрольная работа, зачет.
ПК-11	+	+	-	-/-	-	+	-	+	Отчет и защита лабораторных работ, контрольная работа, зачет.

Примечание: Л – лекции, ЛР – лабораторные работы, ПР – практические занятия, КР/КП – курсовая работа (проект), РГР - расчетно-графическая работа, к/р – контрольная работа, э - эссе, СР – самостоятельная работа

**Таблица 5 - Перечень лабораторных работ**

№ п/п	Наименование практических работ	Кол-во часов	№ темы по Таблице 4
1	2	3	4
1	Построение фазовых траекторий методом интегральных кривых	1	1, 2
2	Анализ колебаний нелинейного осциллятора с сухим трением методом сшивания	1	1, 2
3	Исследование мягкого и жесткого режима генерации	1	3, 4, 5
4	Анализ колебаний в схеме с неоновой лампой	-	3, 4, 5
5	Исследование вынужденных колебаний в нелинейной системе	-	-
6	Линейный анализ параметрических систем. Определение областей параметрического резонанса	0,5	7
7	Анализ собственных колебаний упруго связанных маятников	0,5	8, 9
8	Анализ резонансных кривых в линейной системе с двумя степенями свободы без трения	-	-
	<b>Итого:</b>	4	

### **5. Перечень примерных тем контрольных работ:**

1. Параметрическая регенерация. Вынужденные колебания в параметрически регенерированной системе. Одноконтурный параметрический усилитель
2. Автоколебательные системы и специфика их энергетики
3. Автоколебательные системы релаксационного типа
4. Воздействие внешней гармонической силы на автоколебательную систему с одной степенью свободы. Принудительная синхронизация. Тушение автоколебаний
5. Устойчивость движения. Простые и странные аттракторы
6. Динамический хаос. Примеры систем с динамическим хаосом
7. Число степеней свободы колебательной системы. Частоты нормальных колебаний и коэффициенты распределения амплитуд. График Вина
8. Принцип взаимности и его проявления в системе с двумя степенями свободы
9. Двухконтурный параметрический генератор с несинхронными и синхронными частотами
10. Автоколебательная система с двумя степенями свободы. Случай реактивной и резистивной связи
11. Возможность возникновения хаотических колебаний. Явление затягивания частоты
12. Понятие о распределённой колебательной системе. Телеграфные уравнения и условия их применимости в неквазистационарной системе

## **6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)\***

1. Семенихина Д.В. Компьютерный лабораторный практикум по теории колебаний. Часть I [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Семенихина Д.В.— Электрон. текстовые данные.— Таганрог: Южный федеральный университет, 2015.— 84 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68216.html>.— ЭБС «IPRbooks»

## **7. Фонд оценочных средств (является компонентом ОП, разрабатывается в форме отдельного документа) и включает в себя:**

-перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;

-описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;

- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;

-методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;

- критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **Основная литература**

1. Аврамов К.В. Нелинейная динамика упругих систем. Том 1. Модели, методы, явления [Электронный ресурс]/ Аврамов К.В., Михлин Ю.В.— Электрон. текстовые данные.— Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2015.— 716 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69361.html>.— ЭБС «IPRbooks»

2. Доев В.С. Теория колебаний в транспортной механике [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Доев В.С., Доронин Ф.А., Индейкин А.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2011.— 352 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16155.html>.— ЭБС «IPRbooks»

### **Дополнительная литература**

1. Семенихина Д.В. Компьютерный лабораторный практикум по теории колебаний. Часть I [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Семенихина Д.В.— Электрон. текстовые данные.— Таганрог: Южный федеральный университет, 2015.— 84 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68216.html>.— ЭБС «IPRbooks»

## **9. Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)\***

1. <http://lib.mstu.edu.ru>

2. <http://www.iprbookshop.ru>

3. <https://e.lanbook.com>

---

\*В перечень входят методические указания к выполнению практических, лабораторных, контрольных, самостоятельных, расчетно-графических, курсовых работ и др.

**10. Перечень информационных технологий и лицензионного программного обеспечения, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем\***

1. Matlab
2. Microsoft Office Word
3. Microsoft Office Excel

**11. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

**Таблица 6**

№ п./п.	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий	Перечень оборудования и технических средств обучения
1.	506 В «Компьютерный класс» Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических и лабораторных занятий, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации.	Количество столов - 8 Количество стульев - 16 Посадочных мест - 16 Доска аудиторная - 1 ПК для проведения виртуальных лабораторных и практических работ - 7 шт.
2.	511 бВ: "Лаборатория радионавигационных систем" Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации	511 бВ: Количество столов - 10 Количество стульев - 20 Посадочных мест - 20 Доска аудиторная - 1
3.	213С Специальное помещение для самостоятельной работы	Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения: – доска аудиторная – 1 шт. – персональные компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета: Intel(R) Core(TM) 2 DUO CPU E7200 2,53 ГГц, 1 Гб ОЗУ – 2 шт.; Intel(R) Pentium(R) CPU G840 2,8 ГГц, 2 Гб ОЗУ – 3 шт.; Intel(R) Celeron(R) CPU 2,8 ГГц, 1 Гб ОЗУ – 1 шт.; Intel(R) Pentium(R) 4CPU 2,8 ГГц, 1,5 Гб ОЗУ – 1 шт.;  Посадочных мест – 11

---

\*Перечень лицензионного программного обеспечения в обязательном порядке согласовывать с Управлением информатизации.

**Таблица 7 - Технологическая карта дисциплины (промежуточная аттестация - зачет)**  
 Дисциплина «Основы теории колебаний»

№	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения (неделя сдачи)
		min	max	
<b>Текущий контроль</b>				
1.	<b>Посещение лекций</b>	18	27	По расписанию
	Менее 50% посещений – 0 баллов, 50 % - 18 баллов, 100 % - 27 баллов			
2.	<b>Выполнение и защита лабораторных работ</b>	18	36	По расписанию
	Выполнение и защита одной л/р – 4 баллов, не в срок – 2 балла (выполнение фиксируется преподавателем)			
3.	<b>Защита контрольных работ</b>	24	37	По расписанию
	Защита одной к/р – от 24 до 37 баллов. Отл. защита – 37 баллов, хор. – 30 баллов, удовл. – 24 балла			
<b>Итого</b>		60	100	
Если обучающийся набрал минимальное зачетное количество баллов, то он получает зачет. Если обучающийся не набрал минимальное зачетное количество баллов не получает зачет. В этом случае, ему предоставляется возможность повысить рейтинг до минимального зачетного путем ликвидации задолженностей по отдельным точкам текущего контроля				

**Таблица 8 - Ведомость для фиксирования результатов текущего контроля**  
 (заполняется преподавателем в последний рабочий день месяца)

ФИО	Количество баллов					
	Посеще-ние лекций	Выполнс-ние л/р	Выполнс-ние л/р	Защита л/р	Контр. точ-ки	Итого