

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «МГТУ»)

**Методические указания для самостоятельной работы
при изучении дисциплины (модуля)**

Дисциплина	<u>Б1.В.ДВ.04.01 Основы теории колебаний</u> <small>код и наименование дисциплины</small>
Специальность	<u>11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы</u> <small>код и наименование специальности</small>
Специализация	<u>Радиоэлектронные системы передачи информации</u> <small>наименование направленности (профиля) / специализации образовательной программы</small>
Разработчик	<u>канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент Волков М.А.</u> <small>уч. степень, уч. звание, должность, ФИО</small>

Мурманск
2019

1. Цель дисциплины:

- формирование компетенций в области профессиональной деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.

2. Задачи дисциплины:

- ознакомить студентов с особенностями собственных, вынужденных, параметрических и автоколебаний в нелинейных колебательных системах, а также с методами анализа этих систем

Содержание основных разделов дисциплины:

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

4. Планируемые результаты обучения в рамках данной дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.

Компетенции ФГОС

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции (Индикаторы сформированности компетенций) ¹
1	ПК-1 Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	Компетенция реализуется полностью	ПК-1.1 Знать методы и алгоритмы моделирования процессов в радиоэлектронике, радиотехнических системах и устройствах. ПК-1.2 Уметь пользоваться типовыми методиками моделирования объектов и процессов. ПК-1.3 Владеть средствами разработки и создания имитационных моделей с помощью стандартных пакетов прикладных программ.

№ п/п	Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной подготовки по формам обучения								
		Очная				Заочная				
		Л	ЛР	ПР	СР	Л	ЛР	ПР	СР	
1	Раздел 1. Собственные колебания в линейных и нелинейных системах с одной степенью свободы Тема 1. Предмет теории колебаний. Классификация колебательных процессов, систем, явлений. Понятие о фазовой скорости. Консервативная линейная система: особые точки, фазовые траектории, интегральные кривые. Особая точка - центр.									
		2	2		4					

¹ Для ФГОС ВО 3++

2	Тема 2. 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.	2	2	4					
3	Раздел 2. Элементы теории автоколебаний Тема 3. Определение и общие свойства автоколебательных систем. Предельные циклы. Генератор со ступенчатой характеристикой.	2	2	4					
4	Тема 4. Условие генерации колебаний. Понятие потенциально автоколебательной системы. Понятие томсоновской системы. Метод Ван-дер-Поля.	2	2	4					
5	Тема 5. Разрывные колебания. Колебания в схеме с неоновой лампой. Примеры разрывных колебаний в радиотехнических системах.	2	2	4					
6	Раздел 3. Вынужденные колебания в нелинейных системах с одной степенью свободы Тема 6. Метод Ван-дер-Поля для анализа вынужденных колебаний в нелинейных системах.	2	2	4					
7	Раздел 4. Параметрические колебания в нелинейных системах с одной степенью свободы Тема 7. Параметрические колебания в линейных системах. Физическая картина параметрического возбуждения.	2	2	4					
8	Раздел 5. Колебания в линейной системе с двумя степенями свободы Тема 8. Определение числа степеней свободы. Парциальная и полная системы. Нормальные колебания, связь и связанность парциальных систем.	2	2	4					
9	Тема 9. Вынужденные колебания в линейной системе с двумя степенями свободы без трения.	2	2	4					
Итого за дисциплину:		18	18	36					

№ п/п	Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной подготовки по формам обучения							
		Очная				Заочная			
		Л	ЛР	ПР	СР	Л	ЛР	ПР	СР

1	<p>Раздел 1. Собственные колебания в линейных и нелинейных системах с одной степенью свободы</p> <p>Тема 1. Предмет теории колебаний. Классификация колебательных процессов, систем, явлений. Понятие о фазовой скорости. Консервативная линейная система: особые точки, фазовые траектории, интегральные кривые. Особая точка - центр.</p>	2	2	4				
2	<p>Тема 2. 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.</p>	2	2	4				
3	<p>Раздел 2. Элементы теории автоколебаний</p> <p>Тема 3. Определение и общие свойства автоколебательных систем. Предельные циклы. Генератор со ступенчатой характеристикой.</p>	2	2	4				
4	<p>Тема 4. Условие генерации колебаний. Понятие потенциально автоколебательной системы. Понятие томсоновской системы. Метод Ван-дер-Поля.</p>	2	2	4				
5	<p>Тема 5. Разрывные колебания. Колебания в схеме с неоновой лампой. Примеры разрывных колебаний в радиотехнических системах.</p>	2	2	4				
6	<p>Раздел 3. Вынужденные колебания в нелинейных системах с одной степенью свободы</p> <p>Тема 6. Метод Ван-дер-Поля для анализа вынужденных колебаний в нелинейных системах.</p>	2	2	4				
7	<p>Раздел 4. Параметрические колебания в нелинейных системах с одной степенью свободы</p> <p>Тема 7. Параметрические колебания в линейных системах. Физическая картина параметрического возбуждения.</p>	2	2	4				

8	Раздел 5. Колебания в линейной системе с двумя степенями свободы Тема 8. Определение числа степеней свободы. Парциальная и полная системы. Нормальные колебания, связь и связанность парциальных систем.	2	2	4				
9	Тема 9. Вынужденные колебания в линейной системе с двумя степенями свободы без трения.	2	2	4				
Итого за дисциплину:		18	18	36				

5. Методические рекомендации

5.1 Методические рекомендации по организации работы обучающихся во время проведения лекционных занятий

- В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации для практического занятия и указания для выполнения самостоятельной работы.
- Обучающемуся, в ходе лекционных занятий, необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание изучаемой дисциплины, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве.
- Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки, подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Рекомендуется активно задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

5.2 Методические указания к выполнению лабораторных работ

- Лабораторные работы сочетают элементы теоретического исследования и практической работы. Выполняя лабораторные работы, обучающиеся лучше усваивают учебный материал, так как многие теоретические определения, казавшиеся отвлеченными, становятся вполне конкретными, происходит соприкосновение теории с практикой, что в целом содействует пониманию сложных вопросов науки и становлению обучающихся как будущих специалистов.
- Выполнение лабораторных работ направлено на:
 - обобщение, систематизацию, углубление теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;
 - формирование умений применять полученные знания в практической деятельности;
 - развитие аналитических, проектировочных, конструктивных умений;
 - выработку самостоятельности, ответственности и творческой инициативы.
- Лабораторные занятия, как вид учебной деятельности, проводятся в специальной лаборатории кафедры, оборудованной для выполнения лабораторных работ (заданий).
- Форма организации обучающихся для проведения лабораторного занятия – фронтальная, групповая и индивидуальная – определяется преподавателем, исходя из темы, цели, порядка выполнения работы. Оборудование используется в соответствии с инструкциями по эксплуатации.
- Результаты выполнения лабораторной работы оформляются обучающимися в виде отчета, форма и содержание которого определяются требованиями соответствующей работы.

5.3 Проведение занятий в интерактивной форме

- Интерактивное обучение представляет собой способ познания, осуществляемый в формах совместной деятельности обучающихся, т.е. все участники образовательного процесса взаимодействуют друг с другом, совместно решают поставленные проблемы, моделируют ситуации, обмениваются информацией, оценивают действие коллег и свое собственное поведение, погружаются в реальную атмосферу делового сотрудничества по разрешению проблем.

- Интерактивная форма обучения реализуется в виде проблемных лекций, коллективных решениях творческих задач и использовании метода проектов.

- **Проблемная лекция.** На этой лекции новое знание вводится через проблемность вопроса, задачи или ситуации. При этом процесс познания обучающихся в сотрудничестве и диалоге с преподавателем приближается к исследовательской деятельности. Разрешение проблемной ситуации происходит путем организации направления поиска ее решения, выдвижения гипотез и их проверки, решения задач различными способами, нахождения наиболее рационального пути решения и т.д.; анализа полученного результата, обсуждения противоречий или неоднозначности выводов и т.п.

- **Коллективные решения творческих задач.** Под творческими заданиями понимаются такие учебные задания, которые требуют от обучающихся не простого воспроизводства информации, а творчества, поскольку задания содержат больший или меньший элемент неизвестности и имеют, как правило, несколько подходов, несколько методов решения.

5.4 Методические рекомендации к самостоятельной работе

- Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой обучающихся).

- Самостоятельная работа обучающихся (далее – СРО) в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности обучающегося. СРО играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. Обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРО должна стать эффективной и целенаправленной работой обучающихся.

- К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие обучающихся в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом СРО играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

- В процессе самостоятельной работы обучающийся приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления, саморефлексии и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

- Формы самостоятельной работы обучающихся разнообразны. Они включают в себя:

- изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств официальной, патентной, статистической, периодической и научной информации;

- подготовку докладов и рефератов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ;

- участие в работе студенческих конференций, комплексных научных исследованиях.

- Самостоятельная работа приобщает обучающихся к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.

- Основной формой самостоятельной работы обучающегося является изучение конспекта лекций, их дополнение, рекомендованной литературы, активное участие на практических и лабораторных занятиях.

5.5 Методические рекомендации по решению тестовых заданий

- Тестовая система предусматривает вопросы/задания, на которые обучающийся должен дать один или несколько вариантов правильного ответа из предложенного списка ответов. При поиске ответа необходимо проявлять внимательность.
- При отсутствии какого-либо одного ответа на вопрос, предусматривающий множественный выбор, весь ответ считается неправильным.
- Ответы правильные выделяются в тесте подчеркиванием или любым другим символом.

5.6 Методические рекомендации по выполнению контрольных работ

- Контрольная работа является одним из видов учебной работы обучающихся и самостоятельной работы студентов-заочников, формой контроля освоения ими учебного материала по дисциплине, уровня знаний, умений и навыков.

Основные задачи выполняемой работы:

- закрепление полученных ранее теоретических знаний;
- выработка навыков самостоятельной работы;
- определение степени подготовленности студента к будущей практической работе.
- Контрольная работа – это своеобразный письменный экзамен, который требует серьезной подготовки. При подготовке контрольных работ необходимо руководствоваться тематикой, которую рекомендует преподаватель, выбрав один из вариантов. Варианты контрольных работ распределяются преподавателем дисциплины.
- Письменную контрольную работу желательно представить в печатном виде, формат-А-4, шрифт-14, межстрочный интервал-1,5, поля: верхнее поле – не менее 15 мм, нижнее поле – не менее 15 мм, левое поле – не менее 30 мм, правое поле – не менее 15 мм; нумерация страниц в правом верхнем углу обязательна. Объем работы зависит от дисциплины и определяется преподавателем.

Вопросы для самоконтроля

Содержание комплекса заданий по вариантам (не менее 5):

Вариант № 1

1. Записать уравнение гармонических колебаний.
2. Определить период колебаний $\sin(2\pi t + \pi)$.
3. Записать выражение для энергии колебаний.

Задание № 2

1. Найти собственную частоту колебаний математического маятника длиной в 1м.
2. Определить период колебаний $\sin(3\pi t + \pi)$.
3. Определить изменение амплитуды за время $3T$, если коэффициент затухания равен $1/(3T)$.

Задание № 3

1. Добротность колебательной системы.
2. Определить изменение амплитуды за время $3T$, если коэффициент затухания равен $1/(2T)$.
3. Логарифмический коэффициент затухания.

Задание № 4

1. Моды двух связанных колебаний с частотами ω_1 и ω_2 .
2. Найти амплитуду двух взаимно перпендикулярных колебаний с одинаковой амплитудой A и частотой и разностью фаз $\pi/2$.
3. Выражение для мгновенной энергии колебаний.

Задание № 5

1. Ленгмюровские колебания.
2. Сложить два колебания одинаковой амплитуды с частотами $\omega_1=5$ и $\omega_2=6$.
3. Выражение для мгновенной энергии колебаний.

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 1 [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»