

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

**УТВЕРЖДЕНО**  
решением Ученого совета ИФФВТ  
от 16 июня 2020 г. протокол № 11/02-19-10  
Председатель \_\_\_\_\_ (Хусайнов А.Ш.)  
(подпись, расшифровка подписи)



### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	<b>ТЕОРИЯ КОЛЕБАНИЙ</b>
Факультет	<b>Инженерно-физический факультет высоких технологий</b>
Кафедра	Радиофизики и электроники (РФЭ)
Курс	3

Направление (специальность) 03.03.03 – радиофизика \_  
*код направления (специальности), полное наименование*

Направленность (профиль/специализация) **Твердотельная электроника и наноэлектроника**

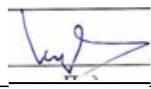
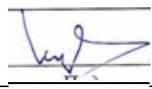
Форма обучения очная  
*очная, заочная, очно-заочная (указать только те, которые реализуются)*

Дата введения в учебный процесс УлГУ: « 1 » \_\_\_ сентября \_\_\_ 2020г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_ от \_\_\_ 20 \_\_\_ г.  
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_ от \_\_\_ 20 \_\_\_ г.  
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_ от \_\_\_ 20 \_\_\_ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Семенов А. Л.	РФЭ	д.ф.-м.н., доц.

СОГЛАСОВАНО	СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой, реализующей дисциплину	Заведующий выпускающей кафедрой
 _____ / Гурин Н.Т./ <i>Подпись</i> <span style="float: right;"><i>ФИО</i></span>	 _____ / Гурин Н.Т./ <i>Подпись</i> <span style="float: right;"><i>ФИО</i></span>
« 09 » 06 2020 г.	« 09 » 06 2020 г.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

**Цели освоения дисциплины:** показать студентам, как можно распознавать в сложных, на первый взгляд, колебательно-волновых процессах в конкретных задачах физики или техники основные - элементарные колебательные явления и свести исходную проблему к анализу этих моделей, достичь понимания студентами основных колебательно-волновых явлений на простых моделях и системах, познакомить студентов и научить их пользоваться основными методами теории колебаний.

**Задачи освоения дисциплины:** ознакомить с базовыми идеями и подходами теории колебаний, как науки об эволюционных процессах; дать понятие об основных методах теории колебаний; выработать навыки по построению и исследованию колебательно-волновых систем.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП:

Дисциплина (Б1.Б.34) преподается после завершения общего курса физики и относится к дисциплинам базовой части основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по направлению 03.03.03 «Радиофизика».

Дисциплина читается в 6-ом семестре 3-ого курса студентам очной формы обучения и базируется на следующих предшествующих учебных дисциплинах:

- «Математический анализ»;
- «Линейная алгебра»;
- «Дифференциальные уравнения»;
- «Электромагнитные явления».

Для освоения дисциплины студент должен иметь следующие «входные» знания, умения, навыки и компетенции:

- Владеть техникой дифференцирования и интегрирования функций,
- уметь работать с матрицами и векторами,
- владеть основными методами решения дифференциальных уравнений.

Результаты освоения дисциплины будут необходимы для дальнейшего процесса обучения в рамках поэтапного формирования компетенций при изучении следующих специальных дисциплин:

- «Физика волновых процессов»;
- «Радиоэлектроника»;

а также для прохождения учебной, производственной и преддипломной практик, государственной итоговой аттестации.

## ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ОПК-1: способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их	<u>Знать:</u> динамику систем на прямой; колебания в линейных системах; колебания и волны в линейных упорядоченных структурах; колебания и автоколебания в нелинейных системах с одной

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

использованию в профессиональной деятельности;	<p>степенью свободы.</p> <p><u>Уметь:</u> использовать методы теории колебаний для изучения колебательно-волновых режимов.</p> <p><u>Владеть навыками:</u> построения фазовых портретов консервативных и автоколебательных систем на плоскости; исследования волновых режимов в линейных распределенных системах.</p>
ОПК-2: способность самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии	<p><u>знать:</u> методы поиска информации и самостоятельного приобретения знаний с использованием современных образовательных и информационных технологий.</p> <p><u>уметь:</u> осуществлять поиск информации и самостоятельно приобретать знания с использованием современных образовательных и информационных технологий</p> <p><u>владеть:</u> методами самостоятельного приобретения знаний с использованием современных образовательных и информационных технологий.</p>
ПК-1: способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования;	<p><u>знать:</u> принципы работы современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования;</p> <p><u>уметь:</u> проводить измерения с использованием современной техники электро и радиоизмерений;</p> <p><u>владеть:</u> навыками эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования</p>
ПК-2: способность использовать основные методы радиофизических измерений;	<p><b>знать:</b> основные методы радиофизических измерений;</p> <p><b>уметь:</b> использовать основные методы радиофизических измерений;</p> <p><b>владеть:</b> навыками эксплуатации радиофизических приборов</p>
ПК-3: владение компьютером на уровне опытного пользователя, применение информационных технологий	<p><b>знать:</b> принципы применения информационных технологий;</p> <p><b>уметь:</b> работать с использованием компьютера на уровне опытного пользователя;</p> <p><b>владеть:</b> навыками применения информационных технологий</p>

### 3. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) 4

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

#### 4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах)

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения <u>очная</u> )			
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам		
		6	4	5
1	2	3	4	5
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	48	48		
Аудиторные занятия:				
лекции	32	32		
Семинары и практические занятия	16	16		
Лабораторные работы, практикумы				
Самостоятельная работа	60	60		
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, рефераты др. (не менее 2 видов)	36 устный опрос; проверка выполнения заданий	36 устный опрос; проверка выполнения заданий		
Курсовая работа				
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	экзамен	экзамен		
Всего часов по дисциплине	144	144		

#### 4.3. Содержание дисциплины (модуля.) Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения \_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	
Линейные и нелинейные	22	8	4			10	устный опрос;

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

колебательные системы							проверка выполнения заданий
Автоколебательные системы	18	6	2			10	устный опрос; проверка выполнения заданий
Параметрические колебания	16	4	2			10	устный опрос; проверка выполнения заданий
Примеры колебательных систем	16	4	2			10	устный опрос; проверка выполнения заданий
Колебания в двух связанных LC контурах	9	2	2			5	устный опрос; проверка выполнения заданий
Колебания в цепочках	16	4	2			10	устный опрос; проверка выполнения заданий
Распределенные колебательные системы	9	4	2			5	устный опрос; проверка выполнения заданий
Итого	144	32	16			60	

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

##### Тема 1. Линейные и нелинейные колебательные системы.

Линейный и нелинейный RLC контуры. Метод медленно меняющихся амплитуд. Метод разложения по малому параметру (метод последовательных приближений). Свободные колебания. Неизохронность свободных нелинейных колебаний. Вынужденные колебания, резонанс. Гистерезис, бистабильность и фазовые переходы при вынужденных нелинейных колебаниях. Генерация кратных частот. Метод фазовой плоскости.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Построение фазового портрета. Формула для периода нелинейных колебаний. Фазовые портреты физического маятника и модели хищник-жертва. Электрон в поле электромагнитной волны, как нелинейная колебательная система. Дрейф и колебания на кратных частотах.

#### **Тема 2. Автоколебательные системы.**

Уравнение автоколебаний. Классификация автоколебательных систем. Автоколебательные системы томпсоновского типа. Мягкий и жесткий режимы возбуждения автоколебаний. Вырожденные автоколебательные системы. Фазовые портреты автоколебательных систем.

#### **Тема 3. Параметрические колебания.**

Параметрическое воздействие. Параметрические колебания в RLC контуре с переменной емкостью. Условие возбуждения параметрических колебаний. Усиление и генерация колебаний. Одноконтурный параметрический усилитель. Одноконтурный параметрический генератор с нелинейной емкостью.

#### **Тема 4. Примеры колебательных систем.**

Физический маятник с быстро осциллирующей осью подвеса. Линейный RLC контур при произвольном внешнем воздействии. Амплитудно-частотная характеристика и функция Грина. Свободные колебания в системе с сухим трением. Метод поэтапного рассмотрения. Явление застоя.

#### **Тема 5. Колебания в двух связанных LC контурах.**

Свободные колебания. Парциальные и нормальные частоты. Биения. Вынужденные колебания. Резонанс. Явление демпфирования.

#### **Тема 6. Колебания в цепочках.**

Свободные и вынужденные колебания в цепочке из связанных LC контуров. Свободные продольные колебания цепочек одинаковых и различных атомов. Уравнения колебаний. Закон дисперсии. Циклические условия Борна-Кармана. Зоны Бриллюэна. Акустические и оптические ветви колебаний. Полосовой фильтр.

#### **Тема 7. Распределенные колебательные системы.**

Двухпроводная электрическая линия, телеграфные уравнения и их решение. Продольные колебания тонкого прямого стержня, поперечные колебания струны, волновое уравнение и его решение методом факторизации.

### **5. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ**

Соответствуют темам лекций.

### **6. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ**

*Данный вид работы не предусмотрен УП*

### **7. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ**

*Данный вид работы не предусмотрен УП*

### **8. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ (ЗАЧЕТУ)**

1. Гармонические колебания. Пружинный маятник без трения. Период и энергия колебаний.
2. Гармонические колебания. Математический и физический маятники. Период колебаний.
3. Комплексные числа. Модуль и аргумент. Формула Эйлера. Умножение и деление.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

4. Линейные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами.
5. Свободные колебания в последовательном RLC контуре. Слабое затухание.
6. Свободные колебания в последовательном RLC контуре. Сильное затухание.
7. Фазовый портрет затухающих колебаний. Метод изоклин.
8. Вынужденные колебания в линейном RLC контуре. Резонанс заряда на конденсаторе.
9. Вынужденные колебания в линейном RLC контуре. Резонанс тока. Добротность.
10. Частотная передаточная функция и функция Грина. Связь между ними. Смысл функции Грина.
11. Теорема для нахождения функции Грина. Функция Грина уравнения вынужденных колебаний.
12. Переходные процессы в RLC контуре. Сильное затухание.
13. Переходные процессы в RLC контуре. Слабое затухание.
14. Расчет цепей синусоидального тока. Синусоидальный ток в резисторе, катушке индуктивности и конденсаторе.
15. Резонанс в параллельном RLC контуре.
16. Свободные колебания в линейных консервативных системах с  $n$  степенями свободы.
17. Пружинный маятник с двумя степенями свободы. Парциальные и собственные частоты. Биения.
18. Индуктивно связанные катушки индуктивности. Свободные колебания в двух связанных LC контурах.
19. Вынужденные колебания в двух связанных LC контурах. Гашение колебаний.
20. Свободные колебания в цепочке из LC контуров.
21. Вынужденные колебания в цепочке из LC контуров.
22. Колебания в распределенных системах. Двухпроводная электрическая линия.
23. Продольные колебания цепочки одинаковых атомов.
24. Свободные колебания в нелинейном LC контуре.
25. Вынужденные колебания в нелинейном LC контуре.

## 9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

Форма обучения \_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.)	Объем в часах	Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)
Линейные и нелинейные колебательные системы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины;</li> <li>• Подготовка к сдаче экзамена</li> </ul>	10	устный опрос; проверка выполнения заданий
Автоколебательные системы	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к сдаче экзамена	10	устный опрос; проверка выполнения заданий

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Параметрические колебания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины;</li> <li>• Подготовка к сдаче экзамена</li> </ul>	10	устный опрос; проверка выполнения заданий
Примеры колебательных систем	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины;</li> <li>• Подготовка к сдаче экзамена</li> </ul>	10	устный опрос; проверка выполнения заданий
Колебания в двух связанных LC контурах	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины;</li> <li>• Подготовка к сдаче экзамена</li> </ul>	5	устный опрос; проверка выполнения заданий
Колебания в цепочках	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины;</li> <li>• Подготовка к сдаче экзамена</li> </ul>	10	устный опрос; проверка выполнения заданий
Распределенные колебательные системы	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; Подготовка к сдаче экзамена	5	устный опрос; проверка выполнения заданий

## 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Список рекомендуемой литературы

#### Основная:

1. Дубнищев, Ю. Н. Колебания и волны: учебное пособие / Ю. Н. Дубнищев. — Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2017. — 328 с. — ISBN 978-5-379-02002-6. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/65275.html>
2. Баев, В. К. Теория колебаний: учебное пособие для академического бакалавриата / В. К. Баев. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 348 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-08527-3. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/442294>

#### Дополнительная:



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

<http://web.a.ebscohost.com/ehost/search/advanced?vid=1&sid=e3ddfb99-a1a7-46dd-a6eb-2185f3e0876a%40sessionmgr4008>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

**2. КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2020].

**3. Базы данных периодических изданий:**

3.1. База данных периодических изданий : электронные журналы / ООО ИВИС. - Москва, [2020]. – URL: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

3.2. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО Научная Электронная Библиотека. – Москва, [2020]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.3. «Grebennikon» : электронная библиотека / ИД Гребенников. – Москва, [2020]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

**4. Национальная электронная библиотека** : электронная библиотека : федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры РФ ; РГБ. – Москва, [2020]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

**5. SMART Imagebase** // EBSCOhost : [портал]. – URL: <https://ebco.smartimagebase.com/?TOKEN=EBSCO-1a2ff8c55aa76d8229047223a7d6dc9c&custid=s6895741>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Изображение : электронные.

**6. Федеральные информационно-образовательные порталы:**

6.1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://window.edu.ru/>. – Текст : электронный.

6.2. Российское образование : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

**7. Образовательные ресурсы УлГУ:**

7.1. Электронная библиотека УлГУ : модуль АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

7.2. Образовательный портал УлГУ. – URL: <http://edu.ulsu.ru>. – Режим доступа : для зарегистр. пользователей. – Текст : электронный.

Согласовано:

Зам.нач. УИТиТ      Ключкова М.А.      Т.В.Ш.  
Должность сотрудника УИТиТ      ФИО      подпись      дата

**10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:**

Аудитории для проведения лекций, семинарских занятий, для выполнения лабораторных работ и практикумов, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций (выбрать необходимое).

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для предоставления информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

«Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе. Перечень оборудования, используемого в учебном процессе, указывается в соответствии со сведениями о материально-техническом обеспечении и оснащённости образовательного процесса, размещёнными на официальном сайте УлГУ в разделе «Сведения об образовательной организации».

## **11. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

– для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

Разработчик



подпись

профессор

должность

Семенов А.Л.

ФИО