

Министерство культуры Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ
КИНО И ТЕЛЕВИДЕНИЯ»**



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Е. В. САЗОНОВА
ректор

Сертификат: 00eec2e5b252a0885bc682f9fa99feef8b
Основание: УТВЕРЖДАЮ
Дата утверждения: 19 июня 2024 г.

Рабочая программа дисциплины

«Нелинейные колебания и волны»

Наименование ОПОП: Аудиовизуальная техника

Направление подготовки: 11.03.01 Радиотехника

Форма обучения: заочная

Факультет: медиатехнологий

Кафедра: аудиовизуальных систем и технологий

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 академ. час. / 3 зач.ед.

в том числе: контактная работа: 15,4 час.

самостоятельная работа: 92,6 час.

Вид(ы) текущего контроля	Семестр (курс)
контрольная работа (опрос)	8
выполнение контрольной работы	8
выступление с докладом	8
практикум (выполнение лабораторных работ)	8
практикум (выполнение практических заданий)	8
присутствие на занятии	8
Вид(ы) промежуточной аттестации, курсовые работы/проекты	Семестр (курс)
зачет с оценкой	8

Рабочая программа дисциплины «Нелинейные колебания и волны» составлена:

— в соответствии с требованиями Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования — Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 931)

— на основании учебного плана и карты компетенций основной профессиональной образовательной программы «Аудиовизуальная техника» по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника

Составитель(и):

Ходанович А.И., Профессор кафедры , Д-р пед. наук

Рецензент(ы):

Горбунова И.Б., профессор кафедры информатизации образования ФГБОУ «Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена», д.п.н.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры аудиовизуальных систем и технологий

Рабочая программа дисциплины одобрена Советом факультета медиатехнологий

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП

А.И. Ходанович

Начальник УМУ

С.Л. Филипенкова

УКАЗАННАЯ ЛИТЕРАТУРА ИМЕЕТСЯ В НАЛИЧИИ В БИБЛИОТЕКЕ ИНСТИТУТА ИЛИ ЭБС

Заведующий библиотекой Н.Н. Никитина

1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель(и) дисциплины:

в результате освоения дисциплины обучающийся приобретёт знания по современной нелинейной динамике и физике, умение решать ряд задач нелинейной физики волновых и колебательных явлений, использовать полученные знания в различных областях современной нелинейной акустики.

Задачи дисциплины:

систематическое изложение основ современной нелинейной динамики; ознакомление с методами решения задач нелинейной динамики;
знакомство с конкретными прикладными задачами нелинейной динамики волновых и колебательных процессов.

1.2. Место и роль дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина основывается на знаниях и умениях, приобретенных в ходе изучения предшествующих дисциплин/прохождения практик и взаимосвязана с параллельно изучаемыми дисциплинами:

Методы математической физики

Технологическая (проектно-технологическая) практика

Топология сетей передачи данных

Запись и воспроизведение информации

Операционное исчисление

Прикладные математические методы в радиотехнике

Дискретная математика

Освоение дисциплины необходимо как предшествующее для дисциплин и/или практик:

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Профессиональные компетенции

Вид деятельности: научно-исследовательский.

ПК-1 — Способен применять стандартные пакеты прикладных программ для реализации математического моделирования объектов и процессов в рамках действующих методик.

ПК-1.2 — Использует типовые методики математического моделирования объектов и процессов.

Знает: основные определения и понятия математической теории нелинейных волн

Умеет: использовать аналитические методы решения рассматриваемых типов уравнений, производить численное исследование и анализ решения нелинейных дифференциальных уравнений

Владеет: понятийным аппаратом теории волн

Вид деятельности: научно-исследовательский.

ПК-5 — Способен собирать и анализировать исходные данные для исследования радиотехнических систем, их устройств, узлов, деталей.

ПК-5.3 — Осуществляет сбор исходных данных для исследования радиотехнических систем.

Знает: основные концепции теории колебаний и волн на примерах физических явлений в модельных системах

Умеет: пользоваться теоретическими положениями и математическими методами теории колебаний и волн для содержательного анализа динамики конкретных колебательных и волновых систем

Владеет: навыками сбора информации, решения задач, основанных на полученных в ходе освоения дисциплины знаниях

2. СТРУКТУРА, ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В КОМПЕТЕНТНОСТНОМ ФОРМАТЕ

2.1. Структура и трудоемкость учебной дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 академ. час. / 3 зач.ед.

в том числе: контактная работа: 15,4 час.

самостоятельная работа: 92,6 час.

Вид(ы) текущего контроля	Семестр (курс)
контрольная работа	8
Вид(ы) промежуточной аттестации, курсовые работы/проекты	Семестр (курс)
зачет с оценкой	8

Распределение трудоемкости по периодам обучения:

Семестр	7	8	Итого
Лекции	0	0	0
Лекции установочные	2	0	2
Лекции с использованием ДОТ	0	2	2
Практические с использованием ДОТ	0	4	4
Лабораторные	0	4	4
Консультации	0	3	3
Самостоятельная работа	34	53	87
Самостоятельная работа во время сессии	0	5,6	5,6
Итого	36	71,6	107,6

2.2. Содержание учебной дисциплины

Тема 2. Концепции нелинейной теории колебаний и волн

История развития и роль нелинейной динамики в современном мире. Предмет теории колебаний и волн. Нелинейные колебания и волны в системах различной природы. Нелинейные разделы в физике (акустике, радиофизике, оптике). Нелинейные явления, процессы и системы. Фундаментальные нелинейные эффекты. Контакт Джозефсона. Самоиндуцированная прозрачность. Изгиб балки (линейки). Неизохронность. Принцип

суперпозиции. Генерация второй гармоники. Физические и математические модели колебательных систем. Задача многих тел. Колебания в естествознании. Система уравнений Лотки-Вольтерра.

Тема 3. Модели и методы нелинейной теории колебаний и волн

Нелинейный осциллятор как обобщенная модель теории колебаний. Механический осциллятор. Математический маятник. Электромагнитные колебания. Оптический резонатор. Фазовое пространство. Метод фазовых траекторий. Предельный цикл. Аттракторы. Автоколебания. Маятник Фуко. Осциллятор с кубической нелинейностью (модель Дуффинга), осциллятор Ван дер Поля. Модели с нелинейностью синус. Волновод с гофрированной стенкой.

Тема 4. Дискретные динамические системы и нелинейные волны

Дискретные модели. Метод точечных отображений. Логистическое отображение. Квазигармонические автоколебания. Ламповый генератор со ступенчатой характеристикой. Системы под импульсным периодическим воздействием. Задачи с соударениями. Бифуркации. Хаотические колебания. Метод сечений Пуанкаре. Система связанных осцилляторов. Парадоксы вычислительной физики. Цепочки Тоды и Ферми-Паста-Улама в задачах твердотельной электроники. Инварианты и интегралы движения. Нелинейные волны. Солитоны в уравнениях математической физики.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСОВ ПО ТЕМАМ И ВИДАМ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

№ п/п	Наименование раздела, (отдельной темы)	Лекции	Лекции с использованием ДОТ	Лабораторные работы	Практические занятия	Практические с использованием ДОТ	Индивидуальные занятия	Итого
1	Введение	2	0	0	0	0	0	0 *
2	Концепции нелинейной теории колебаний и волн	0	2	2	0	0	0	4
3	Модели и методы нелинейной теории колебаний и волн	0	0	2	0	2	0	4
4	Дискретные динамические системы и нелинейные волны	0	0	0	0	2	0	2
	ВСЕГО	2	2	4	0	4	0	12

* — тема для изучения в рамках самостоятельной работы студента

4. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1	Тема: «Концепции нелинейной теории колебаний и волн».	2
2	Тема: «Модели и методы нелинейной теории колебаний и волн ».	2

5. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (СЕМИНАРЫ)

Практические занятия (семинары) по дисциплине «Нелинейные колебания и волны» в соответствии с учебным планом не предусмотрены.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации с использованием балльно-рейтинговой системы.

Оценочные средства в полном объеме представлены в Фонде оценочных средств по дисциплине «Нелинейные колебания и волны».

Предусмотрены следующие формы и процедуры текущего контроля и промежуточной аттестации:

Вид(ы) текущего контроля	Семестр (курс)
контрольная работа (опрос)	8
выполнение контрольной работы	8
выступление с докладом	8
практикум (выполнение лабораторных работ)	8

практикум (выполнение практических заданий)	8
присутствие на занятии	8
Вид(ы) промежуточной аттестации, курсовые работы/проекты	Семестр (курс)
зачет с оценкой	8

6.1. Оценочные средства для входного контроля (при наличии)

Входной контроль отсутствует.

6.2. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Контрольная работа проводится в формате Опрос (письменные ответы на вопросы)

Примерные темы для контрольной работы:

1. Колебательные процессы в динамической системе
 2. Динамика нелинейных систем с сосредоточенными параметрами.
 3. Механические и акустические колебательные системы.
 4. Автоколебательные системы. Релаксационные колебания.
 5. Электромагнитные колебательные системы
 6. Оптические колебательные системы. Лазеры.
 7. Консервативные и диссипативные колебательные системы.
 8. Нелинейные элементы и нелинейные характеристики
 9. Электро-механическая аналогия в теории колебаний
 10. Фундаментальные нелинейные эффекты
 11. Осциллятор как обобщенная модель колебательной системы
 12. Ангармоничный осциллятор и генерация гармоник
 13. Комбинационное рассеяние волн. Субъективные гармоники в акустике.
 14. Хаотические колебания и волны.
 15. Конвекция в замкнутой кольцевой трубке. Система Лоренца.
 16. Период колебаний нелинейного осциллятора
 17. Осциллятор Ван дер Поля. Радиотехнический осциллятор.
 18. Численное решение дифференциальных уравнений
 19. Нелинейный осциллятор с диссипацией
 20. Колебательный контур с нелинейной емкостью и индуктивностью
 21. Осциллятор с нелинейностью синуса
 22. Эффект Джозефсона.
 23. Эффект самоиндуцированной прозрачности
 24. Профиль длинной упругой балки
 25. Осцилляторы с квадратичной нелинейностью
 26. Осцилляторы с кубической нелинейностью (осциллятор Дуффинга)
 27. Осциллятор с сильной диссипацией
 28. Химические и биологические колебания
 29. Нелинейная динамическая система Лотки-Вольтерра.
 30. Автоколебания с возбуждением. Маятник Фуко.
 31. Точечные отображения в нелинейной динамике.
 32. Волновод с гофрированной стенкой
 33. Системы под импульсным периодическим воздействием.
 34. 21. Нелинейная неразрушающая диагностика материалов и дефектоскопия.
 35. 22. Особенности нелинейных процессов в биологических и химических системах.
- Модели
36. Системы под импульсным периодическим воздействием
 37. Вынужденные колебания нелинейного осциллятора
 38. Нелинейные системы связанных осцилляторов

39. Параметрические колебания нелинейных систем
40. Параметрические генераторы электромагнитных колебаний
41. Оптические параметрические усилители и генераторы

Темы докладов:

1. Общая характеристика нелинейных динамических систем
2. История развития и роль нелинейной динамики в современном мире.
3. Нелинейные колебания и волны в системах различной природы.
4. Нелинейные разделы в естественных науках: физике (акустике, радиофизике, оптике), биологии, науках о Земле
5. Неустойчивость и хаос в динамических системах
6. Нелинейные задачи в радиофизике и оптике.
7. Нелинейные электромагнитные поля в материальных средах
8. Применения нелинейной оптики
9. Нелинейные волновые процессы
10. Основные типы нелинейных волн и структур в распределенных системах
11. Солитоны
12. История теории колебаний и волн
13. Модели гармонического осциллятора
14. Динамическая система Лотки-Вольтерра
15. Фундаментальные нелинейные эффекты
16. Механический осциллятор
17. Электромагнитные колебания и волны
18. Колебательные системы в естествознании
19. Генератор Ван дер Поля
20. Метод фазовых траекторий
21. Крупномасштабные нелинейные волновые процессы в Мировом океане. Взаимодействие волновых процессов в океане и атмосфере Земли.
22. Нелинейная гидроакустика. Нелинейные акустические поля в океане. параметрические антенны.
23. Особенности распространения различных акустических мод большой интенсивности в земной коре. Возможности восстановления внутренней структуры.
24. Нелинейные волновые процессы в природных средах - горных породах, пористых, гранулированных средах.
25. Нелинейная неразрушающая диагностика материалов и дефектоскопия.
26. Особенности нелинейных процессов в биологических и химических системах.
27. Асимптотические методы решения уравнений нелинейных колебаний. Укороченные уравнения.

6.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Теоретические вопросы к зачету с оценкой:

1. Понятие динамической системы. Ее основные характеристики.
2. Динамика нелинейных систем с сосредоточенными параметрами. Фазовый портрет.
3. Особые точки, предельные циклы, аттракторы.
4. Консервативность, автономность нелинейных динамических систем.
5. Автоколебательные системы. Релаксационные колебания.
6. Задача многих тел в истории нелинейной динамики
7. Динамический хаос и переход к нему в динамической системе. Стохастическая динамика.
8. Нелинейные волны. Солитоны.
9. Автоколебания. Примеры автоколебательных систем.
10. Неизохронность колебаний.

11. Ангармонический осциллятор. Примеры.
12. Осциллятор с нелинейностью синуса.
13. Нелинейные связанные осцилляторы. Инварианты и интегралы движения.
14. Генерация второй гармоники. Примеры.
15. Контакт Джозефсона.
16. Самоиндуцированная прозрачность.
17. Математическая модель изгиба балки.
18. Нелинейный осциллятор как обобщенная модель теории колебаний.
19. Маятник Фуко.
20. Осциллятор с кубичной нелинейностью (модель Дуффинга).
21. Осциллятор Ван дер Поля.
22. Модели с нелинейностью синус.
23. Волновод с гофрированной стенкой.
24. Дискретные модели нелинейной динамики.
25. Метод точечных отображений. Логистическое отображение.
26. Квазигармонические автоколебания.
27. Задачи с соударениями. Бифуркации. Хаотические колебания.
28. Метод сечений Пуанкаре.
29. Система нелинейных связанных осцилляторов. Парадоксы вычислительной физики.
30. Наноразмерные цепочки Тоды и Ферми-Паста-Улама в задачах твердотельной электроники. Инварианты и интегралы движения динамической системы.

6.4. Балльно-рейтинговая система

Оценка успеваемости с применением балльно-рейтинговой системы заключается в накоплении обучающимися баллов за активное, своевременное и качественное участие в определенных видах учебной деятельности и выполнении учебных заданий в ходе освоения дисциплины.

Конкретные виды оцениваемой деятельности	Количество баллов за 1 факт (точку) контроля	Количество фактов (точек) контроля	Баллы (максимум)
Семестр 8			
Обязательная аудиторная работа			
Практикум (Выполнение практических заданий)	7	2	14
Практикум (Выполнение лабораторных работ)	7	2	14
Присутствие на занятии	5	5	25
Обязательная самостоятельная работа			
Выполнение контрольной работы	9	1	9
Выступление с докладом	8	1	8
ИТОГО в рамках текущего контроля	70 баллов		
ИТОГО в рамках промежуточной аттестации	30 баллов		
ВСЕГО по дисциплине за семестр	100 баллов		

Итоговая оценка по дисциплине выставляется на основе накопленных баллов в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации в соответствии с таблицей:

Система оценивания результатов обучения по дисциплине

Шкала по БРС	Отметка о зачете	Оценка за экзамен, зачет с оценкой
85 – 100	зачтено	отлично
70 – 84		хорошо
56 – 69		удовлетворительно
0 – 55	не зачтено	неудовлетворительно

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ, ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

7.1. Литература

1. Сарина, М. П. Колебания. Волны. Оптика. Колебания и волны. Ч.1/Сарина М.П. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - 100 с.: ISBN 978-5-7782-2355-4. – Режим доступа: по подписке.
<https://znanium.com/catalog/product/548309>
2. Нелинейные колебания и волны : методические указания по выполнению контрольной работы для обучающихся по направлению подготовки 11.03.01 «Радиотехника», профиль «Аудиовизуальная техника» / сост. А. И. Ходанович. - Санкт-Петербург : СПбГИКиТ, 2023. - 12 с. - Режим доступа: для автор. пользователей. - Загл. с титул. экрана. - Текст : электронный.
https://elib.gikit.ru/books/pdf/2023/Methodicheskaya_literatura/Nelinejnye_kolebaniya_i_volny_MU_kontrolnaja_132_2023.pdf
3. Волощенко, П. Ю. Нелинейные электрические колебания в электронной цепи : учебное пособие / П. Ю. Волощенко, Ю. П. Волощенко ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2020. - 104 с. - ISBN 978-5-9275-3676-4. - Текст : электронный. – Режим доступа: по подписке.
<https://znanium.com/catalog/product/1894420>
4. Волощенко, А. П. Нелинейные волновые процессы : учебное пособие / А. П. Волощенко, С. П. Тарасов, П. П. Пивнев ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2020. - 114 с. - ISBN 978-5-9275-3572-9. - Текст : электронный. – Режим доступа: по подписке.
<https://znanium.com/catalog/product/1308365>

7.2. Интернет-ресурсы

1. Физическая энциклопедия.

7.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Microsoft Office
Microsoft Windows

7.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронный каталог библиотеки СПбГИКиТ. <https://www.gukit.ru/lib/catalog>
Электронная библиотечная система издательства «ЛАНЬ». <http://e.lanbook.com>

7.5. Материально-техническое обеспечение

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебная аудитория	Рабочее место преподавателя, оборудованное компьютером и мультимедийным проектором. Рабочие места обучающихся. Доска (интерактивная доска) и/или экран.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Рабочие места обучающихся оборудованные компьютерами с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду института.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучать разделы дисциплины рекомендуется по темам в соответствии с содержанием рабочей программы дисциплины, придерживаясь следующего порядка:

1. Ознакомиться с программой по этой теме.
2. Прочитать лекционный материал и страницы рекомендованных учебников, которые раскрывают содержание данной темы. При первом чтении следует уяснить основные положения. При втором чтении следует вносить особо важные положения, схемы, модели, отсутствующие в конспекте. Отметить вопросы, которые оказались непонятными.
3. По возможности получить консультацию преподавателя, если непонимание частных вопросов препятствует дальнейшему пониманию дисциплины.
4. Изучить материал тщательно, стремясь понять и усвоить основные теоретические положения, закономерности.
5. В процессе изучения следует дополнить конспект лекций материалами, облегчающими понимание данной темы. Такой конспект позволит улучшить теоретическую подготовку и сэкономит время при подготовке к зачету с оценкой.
6. В конспекте должны присутствовать следующие материалы:
 - Основные теоремы с приводимыми доказательствами;
 - Основные определения и формулировки;
 - Исходные предпосылки для вывода формул и окончательные формулы;
 - Краткие выводы по изучаемой теме.

В целом обучение строится по классической схеме изложения материала с последующим закреплением и контролем качества усвоения материала.

Преподавателем проводятся так же лекции-визуализации, проводящиеся с помощью технических средств обучения, включающие в себя презентации, схемы, слайды, по возможности - научные фильмы.

Лабораторные работы и практические работы могут выполняться обучающимися как самостоятельно, так и в малых группах.

Контроль и самоконтроль проводится в течение всего периода изучения дисциплины. Контроль полученных обучающимися знаний производится путем проведения контрольной работы по пройденному материалу.

Закрепление теоретического и практического материала производится:

- во время занятий путем выступления студентов с докладами,
- во время практических занятий при защите решенных задач,
- во время выполнения и защиты лабораторных работ.

Непосредственное общение студента с преподавателем является наиболее эффективным способом изучения дисциплины.

Зачет с оценкой по теоретической части дисциплины проводится только после успешного выполнения и защиты всего комплекса заданий.