

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 25.09.2023 15:15:37

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Нелинейная физика

Закреплена за подразделением

Кафедра теоретической физики и квантовых технологий

Направление подготовки

03.03.02 ФИЗИКА

Профиль

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 7

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

38

часов на контроль

36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	18			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	38	38	38	38
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*кфмн, Доцент, Акимов Сергей Александрович*

Рабочая программа

**Нелинейная физика**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 03.03.02 ФИЗИКА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

03.03.02 ФИЗИКА, 03.03.02-БФ3-23.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

03.03.02 ФИЗИКА, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра теоретической физики и квантовых технологий**

Протокол от 02.06.2020 г., №10/20

Руководитель подразделения Д.ф.-м.н., профессор Мухин Сергей Иванович

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель курса — дать знания о физических процессах в нелинейных системах, приводящих к качественным изменениям в процессе эволюции. Научить проводить качественный и количественный анализ простейших нелинейных систем, научить строить простые модели нелинейных явлений.
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.06
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Анализ данных	
2.1.2	Высшая математика. Спецглавы.	
2.1.3	Квантовая механика	
2.1.4	Машинное обучение	
2.1.5	Методы исследования материалов	
2.1.6	Методы обработки статистических данных (анализ данных)	
2.1.7	Метрология, стандартизация и технические измерения	
2.1.8	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.9	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.10	Фазовые равновесия и структурообразование	
2.1.11	Физика поверхности	
2.1.12	Диффузия и диффузионно-контролируемые процессы	
2.1.13	Линейная алгебра	
2.1.14	Методы контроля и анализа веществ	
2.1.15	Теория поверхностных явлений	
2.1.16	Теория функций комплексных переменных	
2.1.17	Техника физико-химического эксперимента	
2.1.18	Электродинамика	
2.1.19	Кристаллография	
2.1.20	Математическая статистика и анализ данных	
2.1.21	Методы математической физики	
2.1.22	Теоретическая механика и основы теории упругости.	
2.1.23	Физика	
2.1.24	Электротехника	
2.1.25	Математика	
2.1.26	Органическая химия	
2.1.27	Информатика	
2.1.28	Химия	
2.1.29	Инженерная и компьютерная графика	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Квантовые вычисления	
2.2.2	Методы вычислительной физики	
2.2.3	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.4	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.5	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.6	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.7	Статистические расчеты равновесий	
2.2.8	Теоретическая нанофотоника	
2.2.9	Термодинамика неравновесных процессов	
2.2.10	Термодинамика сложных систем	
2.2.11	Физика низкоразмерных систем	
2.2.12	Фотоника	

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

**ПК-4: Способен решать задачи физики используя современные методы исследования и математические методы решения задач**

**Знать:**

ПК-4-31 Возможные поведения сложных нелинейных систем в области бифуркаций различного типа

**ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности, осуществлять моделирование и анализ для проведения детальных исследований и поиска решения технических вопросов в соответствующей области исследования**

**Знать:**

ОПК-1-32 Описание реальных физических явлений на языке статистической физики

ОПК-1-31 Несколько простых моделей приводящих к нелинейным эффектам

**ПК-3: Способен осуществлять проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований**

**Уметь:**

ПК-3-У1 Строить и анализировать физические модели с помощью математических методов

**ПК-4: Способен решать задачи физики используя современные методы исследования и математические методы решения задач**

**Уметь:**

ПК-4-У1 Прогнозировать поведение сложных нелинейных систем в области бифуркаций различного типа

**ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности, осуществлять моделирование и анализ для проведения детальных исследований и поиска решения технических вопросов в соответствующей области исследования**

**Уметь:**

ОПК-1-У1 Понимать, излагать и критически анализировать базовую общезначимую информацию

**Владеть:**

ОПК-1-В2 Навыками анализа фазовых переходов в сложных системах

ОПК-1-В1 Пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики, а также ее математическим аппаратом

**ПК-3: Способен осуществлять проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований**

**Владеть:**

ПК-3-В1 Методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Предмет нелинейной физики. Нелинейность мира как источник качественного разнообразия явлений</b>							
1.1	Предмет нелинейной физики. Нелинейность мира как источник качественного разнообразия явлений /Лек/	7	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1			

1.2	Предмет нелинейной физики. Нелинейность мира как источник качественного разнообразия явлений /Пр/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1			
1.3	Предмет нелинейной физики. Нелинейность мира как источник качественного разнообразия явлений /Ср/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1			
<b>Раздел 2. Нелинейные уравнения. Ветвление (бифуркация) решений линейных уравнений</b>								
2.1	Нелинейные уравнения. Ветвление (бифуркация) решений линейных уравнений /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1			
2.2	Нелинейные уравнения. Ветвление (бифуркация) решений линейных уравнений /Пр/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1			
2.3	Нелинейные уравнения. Ветвление (бифуркация) решений линейных уравнений /Ср/	7	6	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1			
<b>Раздел 3. Нелинейный осциллятор</b>								
3.1	Нелинейный осциллятор /Пр/	7	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1			
3.2	Нелинейный осциллятор /Ср/	7	3	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1			
3.3	Нелинейный осциллятор /Лек/	7	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1			

	<b>Раздел 4. Автоколебания. Зависимость формы автоколебаний от параметра нелинейности</b>							
4.1	Автоколебания. Зависимость формы автоколебаний от параметра нелинейности /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1			
4.2	Автоколебания. Зависимость формы автоколебаний от параметра нелинейности /Пр/	7	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1			
4.3	Автоколебания. Зависимость формы автоколебаний от параметра нелинейности /Ср/	7	3	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1			
	<b>Раздел 5. Общие свойства нелинейных динамических систем в фазовом пространстве</b>							
5.1	Общие свойства нелинейных динамических систем в фазовом пространстве /Лек/	7	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1			
5.2	Общие свойства нелинейных динамических систем в фазовом пространстве /Пр/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1			
5.3	Общие свойства нелинейных динамических систем в фазовом пространстве /Ср/	7	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1			
	<b>Раздел 6. Нелинейные эволюционные уравнения и физические модели</b>							
6.1	Нелинейные эволюционные уравнения и физические модели /Лек/	7	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1			

6.2	Нелинейные эволюционные уравнения и физические модели /Пр/	7	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1			
6.3	Нелинейные эволюционные уравнения и физические модели /Ср/	7	3	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1			
<b>Раздел 7. Волны в нелинейной среде</b>								
7.1	Волны в нелинейной среде /Лек/	7	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1			
7.2	Волны в нелинейной среде /Пр/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1			
7.3	Волны в нелинейной среде /Ср/	7	3	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1			
<b>Раздел 8. Солитоны (уединённые волны)</b>								
8.1	Солитоны (уединённые волны) /Пр/	7	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1			
8.2	Солитоны (уединённые волны) /Ср/	7	6	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1			
8.3	Солитоны (уединённые волны) /Лек/	7	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1			
<b>Раздел 9. Фазовые переходы в нелинейных физических системах</b>								

9.1	Фазовые переходы в нелинейных физических системах /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1			
9.2	Фазовые переходы в нелинейных физических системах /Пр/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1			
9.3	Фазовые переходы в нелинейных физических системах /Ср/	7	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1			
	<b>Раздел 10. Стохастическая динамика систем</b>							
10.1	Стохастическая динамика систем /Лек/	7	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1			
10.2	Стохастическая динамика систем /Пр/	7	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1			
10.3	Стохастическая динамика систем /Ср/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1			
	<b>Раздел 11. Самоорганизация в диссипативных структурах</b>							
11.1	Самоорганизация в диссипативных структурах /Лек/	7	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1			
11.2	Самоорганизация в диссипативных структурах /Пр/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1			



11.3	Самоорганизация в диссипативных структурах /Ср/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6Л2.1Л3.1			
------	---	---	---	---	--	--	--	--

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

Вопросы к экзамену (компетенции ПК-4.3-31, ПК-2.3-31, ПК-1.2-31)

1. Нелинейные уравнения. Ветвление (бифуркация) решений линейных уравнений.
2. Самоорганизация в диссипативных структурах.
3. Нелинейный осциллятор.
4. Возникновение турбулентности.
5. Автоколебания. Зависимость формы автоколебаний от параметра нелинейности.
6. Источники хаотичности в механическом движении систем.
7. Общие свойства нелинейных динамических систем в фазовом пространстве.
8. Теория фазовых переходов равновесных термодинамических систем Л.Д.Ландау.
9. Нелинейные эволюционные уравнения и физические модели.
10. Динамические солитоны.
11. Волны в нелинейной среде.
12. Бифуркация периодических движений на фазовой плоскости.
13. Солитоны (уединённые волны).
14. Приближённые методы исследования нелинейных колебаний.
15. Фазовые переходы в нелинейных физических системах
16. Нелинейный резонанс с внешней периодической силой.
17. Стохастическая динамика систем.
18. Физические модели солитонов.
19. Самоорганизация в диссипативных структурах.
20. Качественное и аналитическое описание. Фазовый портрет осциллятора.
21. Реакция Белоусова-Жаботинского.
22. Генератор Ван-дер-Поля.

### 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.

Примеры тем курсовых работ (компетенции ПК-4.3-У1, ПК-2.3-У1, ПК-1.2-У1, ПК-4.3-В1, ПК-2.3-В1, ПК-1.2-В1)

1. Основы нелинейной теории упругости: расчет простейших систем.
2. Основы нелинейной оптики: расчет простейших систем.

Примеры задач контрольной работы (компетенции ПК-4.3-У1, ПК-2.3-У1, ПК-1.2-У1, ПК-4.3-В1, ПК-2.3-В1, ПК-1.2-В1)

1. Определить зависимость периода реакции Белоусова-Жаботинского от концентрации  $Fe^{2+}$
2. Определить все положения равновесия маятника Капицы длиной  $l$  массой  $m$ , точка подвеса которого совершает горизонтальные колебания с амплитудой  $a$  и частотой  $w$ .

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Билет 1.

1. Солитоны (уединённые волны).
2. Приближённые методы исследования нелинейных колебаний.

Билет 2.

1. Самоорганизация в диссипативных структурах.
2. Качественное и аналитическое описание. Фазовый портрет осциллятора.

**5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)**

Оценка «отлично» или «хорошо» ставится, если студент полно излагает изученный материал, обнаруживает понимание специфики вопроса, дает правильное определение основных понятий речевой коммуникации; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка; владеет навыками языкового анализа. Ответ не содержит фактические ошибки.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, т.е. обнаруживает понимание специфики вопроса, но при ответе не демонстрирует достаточной обоснованности суждений, и/или отчасти подменяет рассуждения пересказом текста, и/или допускает одну фактическую ошибку.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент обнаруживает незнание большей части материала, неверно отвечает на вопрос, даёт ответ, который содержательно не соотносится с поставленной задачей, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно излагает материал.

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Моисеев Н. Н.	Асимптотические методы нелинейной механики	Электронная библиотека	Москва: Наука, 1969
Л1.2	Старжинский В. М.	Прикладные методы нелинейных колебаний	Электронная библиотека	Москва: Наука, 1977
Л1.3		Нелинейные волны	Электронная библиотека	Москва: Наука, 1979
Л1.4		Нелинейные волны. Стохастичность и турбулентность	Электронная библиотека	Горький: Институт прикладной физики АН СССР, 1980
Л1.5	Копытов А. В., Кособуцкий А. В.	Линейные и нелинейные уравнения физики: учебное пособие	Электронная библиотека	Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2018
Л1.6	Айзерман М. А.	Классическая механика: Учеб. пособие для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Наука, 1980

**6.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М.	Т.5: Статистическая физика	Библиотека МИСиС	, 1964

**6.1.3. Методические разработки**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Логинова Н. П., Климова М. В.	Курсовые и дипломные работы: структура, оформление, порядок защиты: учебно-методическое пособие	Электронная библиотека	Елец: Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина, 2010

**6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

Э1	Лекции по нелинейной физике	<a href="http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/201.pdf">http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/201.pdf</a>
----	-----------------------------	---

**6.3 Перечень программного обеспечения****6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных**

И.1	— Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>	
И.2	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>	
И.3	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>	
И.4	— наукометрическая система InCites <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>	
И.5	— научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>	

**7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Ауд.	Назначение	Оснащение
------	------------	-----------

Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Обучение организуется в соответствии с настоящей программой. При самостоятельной работе можно использовать электронную версию конспекта.

Освоение каждого раздела курса необходимо начинать с изучения лекционного материала: конспекта лекции, рекомендуемой литературы. Критерием успешного освоения лекционного материала для каждого студента могут служить результаты самоконтроля. Если студент оказывается способным справиться с большинством предлагаемых в каждом разделе дисциплины контрольных вопросов, тестов и задач, значит, процесс освоения материала идет успешно.