



## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

*Цели дисциплины.* Целью изучения дисциплины «Математическое моделирование физических процессов» является научить студентов специальным разделам математики, необходимым для изучения теории электромагнитных полей и волн, обработки сигналов, теории и техники СВЧ, а также дать навыки применения студентами полученных знаний для решения конкретных задач радиофизики.

*Задачи изучения дисциплины:*

- получение знания для аналитического и численного исследования физических явлений и процессов радиофизическими методами;
- научить студентов изучать и анализировать научно-техническую информацию, обобщать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования;
- приобретение навыков планирования и проведения экспериментов и совершенствования известных и разработки новых методов исследования.

*Дисциплина направлена на формирование* общепрофессиональной (ОПК-3) компетенции выпускника.

## **2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Логико-структурный анализ дисциплины – курс входит в формируемую участниками образовательных отношений часть блока 1 подготовки обучающихся по направлению 03.04.03 Радиофизика (магистерская программа «Инженерно-физические технологии в промышленности»).

Дисциплина реализуется кафедрой электроники и радиофизики. Основывается на базе дисциплин «Высшая математика», «Методы математической физики», «Оптика», «Математическое моделирование».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Современные радиофизические методы диагностики», «Моделирование устройств СВЧ и оптического диапазонов».

Дисциплина способствует углубленной подготовке к решению специальных практических профессиональных задач и формированию необходимых компетенций.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 ак.ч.) практические (36 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (36 ак.ч.). Дисциплина изучается в 1 семестре.

Форма промежуточной аттестации – зачет.

### 3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Математическое моделирование физических процессов» направлен на формирование компетенции, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-3	ОПК-3.2. Имеет основные навыки применения информационных технологий, компьютерных сетей и программных продуктов, используемых при решении задач профессиональной деятельности. ОПК-3.3. Владеет принципами построения математические модели для различных объектов на основе радиофизических, квантово-механических, механических, теплофизических и других физических подходах

#### 4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачётных единицы, 108 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к зачету.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам
		1
Аудиторная работа, в том числе:	72	72
Лекции (Л)	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Курсовая работа/курсовой проект	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	36	36
Подготовка к лекциям	9	9
Подготовка к лабораторным работам	-	-
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	18	18
Выполнение курсовой работы / проекта	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат (индивидуальное задание)	-	-
Домашнее задание(индивидуальное задание)	-	-
Подготовка к контрольной работе	-	-
Подготовка к коллоквиуму	-	-
Аналитический информационный поиск	-	-
Работа в библиотеке	-	-
Подготовка к зачету/экзамену	9	9
Промежуточная аттестация – зачет/экзамен	3	3
Общая трудоемкость дисциплины		
	ак.ч.	108
	з.е.	3

## 5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенции, приведенной в п.3 дисциплина разбита на 10 тем:

- тема 1 (Элементарные математические модели);
- тема 2 (Примеры моделей, получаемых из фундаментальных законов природы);
- тема 3 (Вариационные принципы и математические модели);
- тема 4 (Пример иерархии моделей);
- тема 5 (Универсальность математических моделей);
- тема 6 (Некоторые модели простейших нелинейных объектов);
- тема 7 (Совместное применение нескольких фундаментальных законов);
- тема 8 (Универсальность математических моделей);
- тема 9 (Применение методов подобия);
- тема 10 (Задачи технологии).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и очно-заочной формы приведены в таблицах 3 и 4 соответственно.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Элементарные математические модели	Элементарные математические модели	2	Фундаментальные законы природы. Применение аналогий при построении моделей	2
2	Примеры моделей, получаемых из фундаментальных законов природы	Примеры моделей, получаемых из фундаментальных законов природы	2	Движение точки крепления, пружина на вращающемся стержне. Учет сил трения	2
3	Вариационные принципы и математические модели	Вариационные принципы и математические модели	2	Энергетические характеристики сигналов	2
4	Пример иерархии моделей	Пример иерархии моделей	2	Характеристики случайных сигналов. Спектральные характеристики	2
5	Универсальность математических моделей	Универсальность математических моделей	2	Колебательный электрический контур	2
6	Некоторые модели простейших нелинейных объектов	Некоторые модели простейших нелинейных объектов	2	Влияние сильной нелинейности на процесс колебаний	2
7	Совместное применение нескольких фундаментальных законов	Совместное применение нескольких фундаментальных законов	4	Применение программы Mathcad для решения задач динамического хаоса	2
8	Универсальность математических моделей	Уравнение Больцмана и производные от него	4	Моделирование релаксационных процессов	2
9	Применение методов подобия	Универсальность математических моделей	4	Усиление излучения квантовыми системами	2
10	Задачи технологии	Принципы работы лазера.	12	Оптимизация интенсивности выходного излучения лазера	2

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		Расчет оптических лазерных резонаторов – модовая структура излучения. Нестационарный режим работы трехуровневого лазера Расчет тепловых полей при обработке материалов концентрированным потоком энергии Уравнение теплопроводности для описания теплового воздействия лазера.		Лазерные резонаторы	4
				Нестационарный режим работы трехуровневого лазера	4
				Энергетические характеристики твердотельного лазера, работающего в режиме модулированной добротности	4
				Расчет тепловых полей при обработке материалов концентрированным потоком энергии	4
Всего аудиторных часов за семестр			36		36

Таблица 4– Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очно-заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Элементарные математические модели	Элементарные математические модели	1	Применение программы Mathcad для решения задач динамического хаоса	1
2	Вариационные принципы и математические модели	Вариационные принципы и математические модели	1	Моделирование релаксационных процессов	1
3	Совместное применение нескольких фундаментальных законов	Совместное применение нескольких фундаментальных законов	1	Оптимизация интенсивности выходного излучения лазера	2
4	Применение методов подобия	Универсальность математических моделей	1	Лазерные резонаторы	2
5	Задачи технологии	Принципы работы лазера. Расчет оптических лазерных резонаторов – модовая структура излучения. Нестационарный режим работы трехуровневого лазера Расчет тепловых полей при обработке материалов концентрированным потоком энергии Уравнение теплопроводности для описания теплового воздействия лазера.	4	Энергетические характеристики твердотельного лазера, работающего в режиме модулированной добротности	2
Всего аудиторных часов за семестр			8		8

## **6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

### **6.1 Критерии оценивания**

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» ([https://www.dstu.education/images/structure/license\\_certificate/polog\\_kred\\_modul.pdf](https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf)) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ОПК-3	Зачет	Комплект контролирующих материалов для экзамена

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- тестовый контроль или устный опрос на коллоквиумах (2 коллоквиума) – всего 40 баллов;
- за выполнение практических заданий – всего 60 баллов.

Зачет проставляется автоматически, если студент набрал в течении семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Зачет по дисциплине проводится по результатам работы в семестре. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время зачетной недели студент имеет право повысить итоговую оценку либо в форме устного собеседования, либо в результате тестирования.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено
60-73	Зачтено
74-89	Зачтено
90-100	Зачтено

### 6.2 Домашнее задание

В качестве домашнего задания обучающиеся выполняют:

- проработка лекционного материала;
- выполнение практических заданий.

### 6.3 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

- 1) Фундаментальные законы природы.
- 2) Иерархический подход к получению моделей.
- 3) Нелинейность математических моделей.
- 4) Отклонение заряженной частицы в электронно-лучевой трубке.
- 5) Третий способ получения модели системы «шарик-пружина».
- 6) Колебания маятника в поле сил тяжести.
- 7) Движение точки крепления, пружина на вращающемся стержне.
- 8) Колебательный электрический контур.
- 9) Происхождение нелинейности.
- 10) Влияние сильной нелинейности на процесс колебаний.
- 11) Численные методы.
- 12) Поток частиц в трубе.
- 13) Замыкание закона сохранения массы.
- 14) Свойства уравнения Буссинеска.
- 15) Основные понятия теории теплового излучения.

### 6.4 Вопросы для подготовки к зачету

- 1) Фундаментальные законы природы.
- 2) Иерархический подход к получению моделей.
- 3) Нелинейность математических моделей.
- 4) Отклонение заряженной частицы в электронно-лучевой трубке.
- 5) Третий способ получения модели системы «шарик-пружина».
- 6) Колебания маятника в поле сил тяжести.
- 7) Движение точки крепления, пружина на вращающемся стержне.

- 8) Колебательный электрический контур.
- 9) Происхождение нелинейности.
- 10) Влияние сильной нелинейности на процесс колебаний.
- 11) Численные методы.
- 12) Поток частиц в трубе.
- 13) Замыкание закона сохранения массы.
- 14) Свойства уравнения Буссинеска.
- 15) Основные понятия теории теплового излучения.
- 16) Уравнение баланса числа фотонов в среде.
- 17) Свойства уравнения переноса излучения.
- 18) Понятия газовой динамики.
- 19) Уравнение неразрывности для сжимаемого газа.
- 20) Уравнения движения газа.
- 21) Уравнение энергии
- 22) Уравнения газовой динамики в лагранжевых координатах.
- 23) Краевые условия для уравнений газовой динамики.
- 24) Уравнения движения механической системы в форме Ньютона.
- 25) Уравнения движения в форме Лагранжа.
- 26) Вариационный принцип Гамильтона.
- 27) Законы сохранения и свойства пространства-времени.
- 28) Маятник на свободной подвеске.
- 29) Непотенциальные колебания.
- 30) Малые колебания струны.
- 31) Описание совокупности частиц с помощью функции распределения.
- 32) Уравнение Больцмана для функции распределения.
- 33) Методы численного моделирования задач распространения лазерных пучков.
- 34) Метод распространения светового пучка, основанный на преобразовании Фурье в поперечном сечении.
- 35) Распространение световых пучков в нелинейных средах.
- 36) Точечные и распределенные модели лазерных систем.
- 37) Балансные (кинетические) уравнения для описания взаимодействия излучения с многоуровневыми системами.
- 38) Основные динамические режимы лазерной генерации: режим свободной генерации, режим модуляции добротности, режим синхронизации мод.
- 39) Модель многомодового твердотельного лазера.

## **6.5 Примерная тематика курсовых работ**

Курсовые работы не предусмотрены.

## **7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1 Рекомендуемая литература**

#### ***Основная литература***

1. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем: учебник / В.П. Тарасик. – Москва: ИНФРА-М, 2024. –592 с. Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/read?id=436739> (дата обращения: 21.06.2024)

2. Станкевич С.В. Математическое моделирование физических процессов: учебное пособие/С.В. Станкевич. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2020. – 120 с. Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/read?id=397740> (дата обращения: 21.06.2024)

#### ***Дополнительная литература***

1. Самарский, А.А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. М.: Физматлит, 2001. 320 с.

2. Мышкис, А. Д. Элементы теории математических моделей / А.Д. Мышкис. М.: Наука, 1994.

### **Учебно-методическое обеспечение**

1. Методические указания к практическим работам по дисциплинам «Моделирование процессов в лазерах», «Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства»: (для студ. направлений подготовки 03.04.03 «Радиофизика» и 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» 7 курса всех форм обучения) / сост. Е.В. Мурга, Р.Р. Пепенин, А.В. Еремина; Каф. Радиофизики и электроники. Алчевск: ГОУ ВПО ЛНР ДонГТУ, 2019. 35 с. Текст: электронный. - URL: <https://library.dontu.ru/download.php?rec=114999>

### **7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Научная библиотека ДонГТУ: официальный сайт. — Алчевск. — URL: [library.dstu.education](http://library.dstu.education). — Текст: электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова: официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>. — Текст: электронный.

3. Консультант студента: электронно-библиотечная система. — Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. — Текст: электронный.

4. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. — URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red). — Текст: электронный.

5. IPR BOOKS: электронно-библиотечная система. — Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. —Текст: электронный.

## 8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
<p>Аудитории для проведения лекционных и практических занятий, для самостоятельной работы:  <i>Компьютерный класс</i>  <i>Персональные компьютеры, локальная сеть с выходом в Internet, проектор Epson, мультимедийный экран</i></p>	<p>ауд. <u>434</u>  корп. <u>главный</u></p>

## Лист согласования РПД

Разработал

Старший преподаватель кафедры  
электроники и радиофизики

(должность)



(подпись)

Е.В.Мурга

(Ф.И.О.)

Ассистент кафедры электроники и  
радиофизики

(должность)



(подпись)

Е.Р. Малюта

(Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой  
электроники и радиофизики

(должность)



(подпись)

А.М.Афанасьев

(Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания  
кафедры электроники и радиофизики  
от 30.08.2024

И.о. декана факультета  
информационных  
технологий и автоматизации  
производственных процессов

(должность)



(подпись)

В.В. Дьячкова

(Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической ко-  
миссии по направлению подго-  
товки 03.04.03 Радиофизика  
(магистерская программа  
«Инженерно-физические техноло-  
гии в промышленности)»

(должность)



(подпись)

А.М. Афанасьев

(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического  
центра

(должность)



(подпись)

О.А. Коваленко

(Ф.И.О.)

## Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	