

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 26.06.2025 14:33:12 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8522525	МИНИСТЕРСТВО НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	Рабочая программа дисциплины "Случайные процессы в физике" по направлению подготовки (специальности) 03.04.02 "Физика" направленности (профилю) Медицинская физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1
--	--	--	--------

## **Рабочая программа дисциплины (модуля)\***

Случайные процессы в физике

Направление подготовки (специальность)

03.04.02 Физика

Направленность (профиль)

Медицинская физика

Присваиваемая квалификация (степень)

магистр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2025

\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2025 г.



## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
  - 6.1. Перечень видов оценочных средств
  - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
  - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
  - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - 7.1. Рекомендуемая литература
  - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
  - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания дисциплины является ознакомление студентов с основными положениями теории случайных процессов (далее – СП).

Основные задачи дисциплины:

- знакомство с базовыми понятиями и принципами, используемыми теорией СП;
- изучение наиболее общих видов СП и методов их решения;
- изучение некоторых физических задач, описываемых СП.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ПК-2.1. Обладает знаниями о передовом отечественном и зарубежном опыте эксплуатации и технического обслуживания электронного оборудования;

ПК-2.2. Демонстрирует умение ставить научные задачи в области медицинской физики и решать их с использованием современного оборудования и отечественного и зарубежного опыта;

ПК-2.3. Имеет практический опыт (навыки) проведения научно-исследовательских работ, опираясь на использование современного оборудования и отечественного и зарубежного опыта.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.В.05

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

---

2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Производственная практика (научно-исследовательская работа)

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ПК-2: Способен ставить научные задачи в области медицинской физики и решать их с использованием современного оборудования и отечественного и зарубежного опыта**

**Знать:**

Для достижения ПК-2.1: методы и способы постановки и решения задач с применением теории случайных процессов для физических исследований; основные понятия теории СП, общие виды СП, их свойства, область применимости, методы решения сопутствующих задач

**Уметь:**

Для достижения ПК-2.2: самостоятельно ставить и решать конкретные физические задачи с применением теории случайных процессов для различных областей физики; решать уравнения, описывающие поведение СП; выполнять типичные преобразования этих уравнений; применять полученные решения к конкретным задачам

**Владеть:**

Для достижения ПК-2.3: навыками постановки и решения задач научных исследований в области физики с применением теории случайных процессов; навыками решения и преобразования уравнений, описывающими наиболее общие виды СП

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

**3.1 Знать:**

3.1.1 методы и способы постановки и решения задач с применением теории случайных процессов для физических исследований; основные понятия теории СП, общие виды СП, их свойства, область применимости, методы решения сопутствующих задач

**3.2 Уметь:**



Рабочая программа дисциплины "Случайные процессы в физике" по направлению подготовки (специальности) 03.04.02 "Физика" направленности (профилю) Медицинская физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»		стр. 4
3.2.1	самостоятельно ставить и решать конкретные физические задачи с применением теории случайных процессов для различных областей физики; решать уравнения, описывающие поведение СП; выполнять типичные преобразования этих уравнений; применять полученные решения к конкретным задачам	
<b>3.3 Владеть:</b>		
3.3.1	навыками постановки и решения задач научных исследований в области физики с применением теории случайных процессов; навыками решения и преобразования уравнений, описывающими наиболее общие виды СП	

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану : 72 в том числе : аудиторные занятия : 32 самостоятельная работа : 36,7  контактная работа: 35,3 ИКР: 3,3	Виды контроля в семестрах:  зачеты 1

#### 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
<b>Раздел 1. Определение и классификация СП</b>				
1.1	Определение СП. Задание СП, теорема Колмогорова. Характеристики СП. Стационарные СП. Эргодические СП. Гауссовы СП. /Лек/	1	4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.2	Характеристики СП. Стационарные, эргодические и гауссовы СП. /Ср/	1	4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 2. Марковские процессы с непрерывным временем (МП)</b>				
2.1	Определение и примеры МП. Уравнение Колмогорова-Чепмена. Уравнения Колмогорова для МП. Инфинитезимальные операторы МП. Уравнение для одномерного распределения МП. Аддитивные функционалы и связанные с ними уравнения. Двойственность в теории МП. Детерминированное движение как случайный процесс. Винеровский процесс. Диффузионный процесс и случайные блуждания. Скачкообразный МП. /Лек/	1	10	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.2	Уравнения Колмогорова для МП. Уравнение для одномерного распределения МП. Аддитивные функционалы и связанные с ними уравнения. Детерминированное движение как случайный процесс. Винеровский процесс. Диффузионный процесс и случайные блуждания. Скачкообразный МП. /Ср/	1	14	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 3. Марковские цепи</b>				
3.1	Определение и примеры МЦ. Уравнение Колмогорова-Чепмена. Интегральные уравнения, связанные с МЦ. Эргодические МЦ. Метод Монте-Карло для решения интегральных уравнений. /Лек/	1	6	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.2	Интегральные уравнения, связанные с МЦ. Эргодические МЦ. Метод Монте-Карло для решения интегральных уравнений. /Ср/	1	8	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 4. Случайные процессы в физике</b>				
4.1	Броуновское движение. Уравнения Ланжевена, Фоккера-Планка, Эйнштейна-Смолуховского. Перенос излучения в веществе. Прямое и сопряженное уравнения переноса излучения. Тепловые колебания в электрических цепях. /Лек/	1	12	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.2	Уравнения Ланжевена, Фоккера-Планка, Эйнштейна-Смолуховского. Прямое и сопряженное уравнения переноса излучения. Тепловые колебания в электрических цепях. /Ср/	1	10,7	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5



Рабочая программа дисциплины "Случайные процессы в физике" по направлению подготовки (специальности) 03.04.02 "Физика" направленности (профилю) Медицинская физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»				стр. 5
	<b>Раздел 5. Иная контактная работа</b>			
5.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	1	3,3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Контрольные вопросы по темам лекционных занятий  
Вопросы к зачету

### 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

1. Стационарные случайные процессы.
2. Уравнение Колмогорова-Чепмена.
3. Прямое уравнение для одночастичных функций.
4. Сопряженное уравнение для одночастичных функций.
5. Детерминированное движение как случайный процесс.
6. Винеровский процесс.
7. Уравнение переноса излучения.
8. Особенности уравнения переноса излучения для разных типов излучения.
9. Марковские цепи. Определение, примеры.
10. Интегральное уравнение переноса излучения.

### 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Вопросы к зачету

1. Определение и характеристики случайных процессов.
2. Задание случайного процесса. Теорема Колмогорова.
3. Стационарные случайные процессы.
4. Гауссовы случайные процессы.
5. Эргодические случайные процессы.
6. Марковские процессы. Определение, примеры.
7. Уравнение Колмогорова-Чепмена.
8. Прямое уравнение Колмогорова.
9. Обратное уравнение Колмогорова.
10. Прямой инфинитезимальный оператор. Определение, вероятностный смысл.
11. Сопряженный инфинитезимальный оператор. Определение, вероятностный смысл.
12. Сопряженность инфинитезимальных операторов.
13. Прямое уравнение для одночастичных функций.
14. Сопряженное уравнение для одночастичных функций.
15. Вероятностный смысл решений прямого уравнения для одночастичных функций.
16. Вероятностный смысл решений сопряженного уравнения для одночастичных функций.
17. Многочастичные марковские процессы.
18. Аддитивные функционалы от марковского процесса.
19. Двойственность в теории марковских процессов.
20. Детерминированное движение как случайный процесс.
21. Винеровский процесс.
22. Диффузионные процессы.
23. Скачкообразный марковский процесс.
24. Марковские цепи. Определение, примеры.
25. Уравнение Колмогорова-Чепмена для марковских цепей.
26. Прямые однородные интегральные уравнения, связанные с марковскими цепями.
27. Прямые неоднородные интегральные уравнения, связанные с марковскими цепями.
28. Сопряженные однородные интегральные уравнения, связанные с марковскими цепями.
29. Сопряженные неоднородные интегральные уравнения, связанные с марковскими цепями.
30. Броуновское движение. Уравнение Ланжевена.
31. Уравнение Фоккера-Планка.
32. Уравнение Эйнштейна-Смолуховского.
33. Уравнение переноса излучения.
34. Сопряженное уравнение переноса излучения.
35. Тепловые колебания в электрических цепях.



#### 6.4. Критерии оценивания

Текущий контроль теоретических знаний и практических навыков производится на зачете и контрольной работе. Успеваемость студентов оценивается в балльной системе. Расчет баллов осуществляется следующим образом:

1. Посещение занятий. Максимальное количество баллов за семестр: 17 баллов.
2. Контрольная работа. Максимальное количество баллов за семестр: 30 баллов

Контроль знаний на зачете проводится в письменной форме. Зачетный билет содержит два вопроса. Максимальное количество баллов: 53 балла.

Полученные за текущую аттестацию баллы суммируются с баллами, полученными за каждый этап при прохождении промежуточной аттестации.

Оценка «Зачтено» (61-100 баллов) – студент твердо знает учебно-программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос. Может правильно применить теоретические положения и владеет необходимыми навыками при выполнении практических заданий.

Оценка «Не зачтено» (0-60 баллов) – студент не освоил основной материал, допускает неточности, неправильные формулировки, нарушает последовательность изложения программного материала

### 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 7.1. Рекомендуемая литература

##### 7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.1	Кацман Ю.	Теория вероятностей, математическая статистика и случайные процессы: учебник ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=442107">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=442107</a> )	Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2013	ЭБС
Л1.2	Хрущева И. В., Щербаков В. И., Леванова Д. С.	Основы математической статистики и теории случайных процессов ( <a href="https://e.lanbook.com/book/210386">https://e.lanbook.com/book/210386</a> )	Санкт-Петербург : Лань, 2022	ЭБС

##### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Ван Кампен Н. Г., Хоменко Г. А., Моисеев С. С.	Стохастические процессы в физике и химии	Москва : Высш. шк., 1990	
Л2.2	Булинский А. В., Ширяев А. Н.	Теория случайных процессов ( <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=24019">https://znanium.com/catalog/document?id=24019</a> )	Москва : Издательская фирма "Физико- математическая литература" (ФИ ЗМАТЛИТ), 2005	ЭБС
Л2.3	Миллер Б. М., Панков А. Р.	Теория случайных процессов в примерах и задачах: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=76563">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=76563</a> )	Москва : Физматлит, 2007	ЭБС

#### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. – URL: <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>
Э2	Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблишинг. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>
Э3	Юрайт [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт. – URL: <a href="https://biblio-online.ru">https://biblio-online.ru</a>
Э4	Znanium.com [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / Научно-издательский центр ИНФРА-М. – URL: <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>



Э5 | eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. – URL:  
<http://elibrary.ru/defaultx.asp>

### 7.3 Перечень информационных технологий

#### 7.3.1 Программное обеспечение

Adobe Reader

LMS Moodle

Adobe Connect Acrobat

#### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных / Челяб. гос. ун-т. – URL:  
<http://library.csu.ru/ru/> - Челябинск, 1992.

2. APS JOURNALS. Physical Review Letters, Physical Review X, Physical Review, and Reviews of Modern Physics : журналы American Physical Society : сайт. – URL: <http://journals.aps.org/about> – Яз. англ. – Режим доступа: только из сети университета. – Текст : электронный.

3. Web of Science : мультидисциплинарная реферативная база данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

4. Scopus : реферативная база данных / Elsevier BV. – URL: <http://www.scopus.com/> – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

5. Springer Link : [сайт]. – URL: <http://link.springer.com/> – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения - мультимедийным оборудованием (экран, ноутбук, проектор, колонки).

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (мультимедийные презентации).

Используются аудитория №205 - читальный зал №3 (учебный корпус №1) и аудитория №206 - электронный читальный зал (специализированный медиацентр) (учебный корпус №1) для самостоятельной работы студента, оснащенные персональными компьютерами, мультимедийной аппаратурой. В аудиториях обеспечен доступ к различной справочной литературе, энциклопедиям, библиографическим и полнотекстовым базам данных, информационным ресурсам «Интернет».

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Освоение содержания учебной дисциплины осуществляется на лекциях и в процессе самостоятельной учебной деятельности студентов.

Лекционные занятия обеспечивают теоретическое изучение дисциплины. Основными методами обучения являются информационно-объяснительный и проблемный. На лекциях излагается основное содержание тем программы, проводится анализ основных понятий и рассматриваются примеры.

Лекционный материал является важным, но не единственным для усвоения учебной дисциплины. Его обязательно необходимо дополнить материалом основной и дополнительной литературы по теме.

Важным моментом при изучении любой дисциплины является организация самостоятельной работы. При освоении материала не следует стремиться к механическому запоминанию приведенных определений, формулировок и положений, если требования к Вам прямо не указывают на это. Вполне эффективной может оказаться попытка понять суть явления, выработать свое отношение к нему, опираясь на материал, содержащийся в рекомендованной литературе. Также рекомендуется равномерно распределять нагрузку самостоятельного обучения в течение семестра.

В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции (вебинары), чаты, видео-конференции и др.) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, MS Office365, форумы, электронная почта и др.).

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.



Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применяться компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

#### **10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия информации.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

