

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 02.04.2025 16:52:17 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bfb9815b6cb77a486b9a878808522325	Рабочая программа дисциплины "Физика фундаментальных взаимодействий" по направлению подготовки (специальности) "Физика" направленности (профилю) Фундаментальная физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

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

**Физика фундаментальных взаимодействий**

Направление подготовки (специальность)

03.03.02 Физика

Направленность (профиль)

Фундаментальная физика

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2022

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

Челябинск 2022 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

Цель дисциплины «Физика фундаментальных взаимодействий» состоит в изучении основ физики фундаментальных взаимодействий.

Основные задачи дисциплины:

- изучение основных понятий, законов и моделей физики фундаментальных взаимодействий;

- знакомство с основами и современными проблемами физики фундаментальных взаимодействий.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области физико-математических и (или) естественных наук;

ОПК-1.2. Демонстрирует умение решать задачи, формулируемые в рамках физико-математических и (или) естественных наук;

ОПК-1.3. Имеет навыки использования основных понятий, законов физико-математических и (или) естественных наук для решения задач профессиональной деятельности.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.О.35

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Теоретическая механика

Дифференциальные уравнения

Математический анализ

Молекулярная физика

Оптика

Атомная физика

Физика атомного ядра и элементарных частиц

Векторный и тензорный анализ

Электродинамика

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

Космическая электродинамика

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

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

**ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;**

#### Знать:

Для достижения ОПК-1.1: теоретические основы, основные понятия, законы и модели физики фундаментальных взаимодействий

#### Уметь:

Для достижения ОПК-1.2: пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики фундаментальных взаимодействий

#### Владеть:

Для достижения ОПК-1.3: методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации по физике фундаментальных взаимодействий

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

#### 3.1 Знать:

3.1.1 теоретические основы, основные понятия, законы и модели физики фундаментальных взаимодействий

#### 3.2 Уметь:

3.2.1 пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики фундаментальных взаимодействий

#### 3.3 Владеть:

Рабочая программа дисциплины "Физика фундаментальных взаимодействий" по направлению подготовки (специальности) "Физика" направленности (профилю) Фундаментальная физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»		стр. 4
3.3.1	методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации по физике фундаментальных взаимодействий	

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)				
Общая трудоемкость		3 ЗЕТ		
Часов по учебному плану : 108 в том числе : аудиторные занятия : 54 самостоятельная работа : 18 часов на контроль : 36		Виды контроля в семестрах:  экзамены 7		
5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)				
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Кварт	Часов	Литература
<b>Раздел 1. Частицы и фундаментальные взаимодействия</b>				
1.1	Обзор фундаментальных взаимодействий. Сравнительные интенсивности взаимодействий. Элементарные частицы. /Лек/	7	4	Л1.5 Л1.11Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.2	Обзор фундаментальных взаимодействий. Сравнительные интенсивности взаимодействий. Элементарные частицы. /Ср/	7	3	Л1.5 Л1.11Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 2. Квантовые поля</b>				
2.1	Необходимые сведения из квантовой теории. Релятивистская квантовая механика. Необходимые сведения из теории групп. Калибровочные поля. Уравнения Клейна-Фока и Дирака. Процедура квантования свободных полей. Квантование свободного скалярного поля. Особенности квантования свободных электромагнитного и спинорного полей. /Лек/	7	4	Л1.4 Л1.7 Л1.10Л2.4 Л2.9 Л2.10 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.2	Необходимые сведения из квантовой теории. Релятивистская квантовая механика. Калибровочные поля. Уравнения Клейна-Фока и Дирака. Процедура квантования свободных полей. Квантование свободного скалярного поля. Особенности квантования свободных электромагнитного и спинорного полей. /Пр/	7	4	Л1.4 Л1.7 Л1.10Л2.4 Л2.9 Л2.10 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.3	Необходимые сведения из квантовой теории. Релятивистская квантовая механика. Необходимые сведения из теории групп. Калибровочные поля. Уравнения Клейна-Фока и Дирака. Процедура квантования свободных полей. Квантование свободного скалярного поля. Особенности квантования свободных электромагнитного и спинорного полей. /Ср/	7	3	Л1.4 Л1.7 Л1.10Л2.4 Л2.9 Л2.10 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 3. Квантовая электродинамика (КЭД)</b>				
3.1	Принцип локальной калибровочной симметрии. Основные уравнения КЭД. Основные приложения КЭД. Меллеровское рассеяние. /Лек/	7	4	Л1.1 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.2	Основные уравнения КЭД. Основные приложения КЭД. Меллеровское рассеяние. /Пр/	7	4	Л1.1 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.3	Принцип локальной калибровочной симметрии. Основные уравнения КЭД. Основные приложения КЭД. Меллеровское рассеяние. /Ср/	7	1	Л1.1 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 4. Квантовая хромодинамика (КХД)</b>				
4.1	Основные уравнения КХД. Основные КХД-процессы. Экспериментальные подтверждения КХД. /Лек/	7	4	Л1.8 Л1.9Л2.7 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.2	Основные уравнения КХД. Основные КХД-процессы. /Пр/	7	2	Л1.8 Л1.9Л2.7 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.3	Основные уравнения КХД. Основные КХД-процессы. /Ср/	7	1	Л1.8 Л1.9Л2.7 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 5. Слабое взаимодействие</b>				
5.1	СРТ-теорема. Теория Ферми. Обменная теория. /Лек/	7	4	Л1.5 Л1.6 Л1.10Л2.8 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
5.2	СРТ-теорема. Теория Ферми. Обменная теория. /Пр/	7	2	Л1.5 Л1.6 Л1.10Л2.8 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5

Рабочая программа дисциплины "Физика фундаментальных взаимодействий" по направлению подготовки (специальности) "Физика" направленности (профилю) Фундаментальная физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»				стр. 5
5.3	СРТ-теорема. Теория Ферми. Обменная теория. /Ср/	7	1	Л1.5 Л1.6 Л1.10 Л2.8 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 6. Электрослабое взаимодействие</b>				
6.1	Механизм Хиггса. Модель Вайнберга-Салама. /Лек/	7	4	Л1.6 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
6.2	Механизм Хиггса. Модель Вайнберга-Салама. /Ср/	7	2	Л1.6 Л2.6 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 7. Теория Великого Объединения</b>				
7.1	Свойства калибровочной группы. Некоторые следствия и предсказания. /Лек/	7	4	Л1.11 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
7.2	Свойства калибровочной группы. Некоторые следствия и предсказания. /Ср/	7	1	Л1.11 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 8. Общая теория относительности (ОТО)</b>				
8.1	Принципы ОТО. Тензор кривизны. Уравнения Эйнштейна. Законы сохранения в ОТО. Слабое гравитационное поле. Сферически-симметричное гравитационное поле. Основные эффекты ОТО. /Лек/	7	4	Л1.2 Л1.4 Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
8.2	Тензор кривизны. Уравнения Эйнштейна. Сферически-симметричное гравитационное поле. Основные эффекты ОТО. Космология. /Пр/	7	6	Л1.2 Л1.4 Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
8.3	Принципы ОТО. Тензор кривизны. Уравнения Эйнштейна. Законы сохранения в ОТО. Слабое гравитационное поле. Сферически-симметричное гравитационное поле. Основные эффекты ОТО. /Ср/	7	3	Л1.2 Л1.4 Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 9. Объединение всех взаимодействий</b>				
9.1	Парадигмы теоретической физики. Квантовая теория гравитации. Единые теории поля. Суперсимметрия и супергравитация. Теория струн. Бинарная геометрофизика. /Лек/	7	4	Л1.11 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
9.2	Парадигмы теоретической физики. Квантовая теория гравитации. Единые теории поля. Суперсимметрия и супергравитация. Теория струн. Бинарная геометрофизика. /Ср/	7	3	Л1.11 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 10. Экзамен</b>				
10.1	Экзамен /Экзамен/	7	36	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л1.10 Л1.11 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Л2.10 Л2.11 Л2.12 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Отчеты по задачам (по практическим занятиям)  
 Ответы на вопросы «теоретического минимума»  
 Вопросы к экзамену

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

Типовые задачи к практическим занятиям и экзамену

1. Найти лагранжиан спинорного поля.
2. Определить уровни энергии электрона в постоянном магнитном поле.
3. Запишите уравнения Максвелла в дираковской форме.
4. Найти уровни энергии дираковской частицы в одномерной прямоугольной потенциальной яме глубиной  $V_0$  и шириной  $a$ .
5. Проверить инвариантность уравнения Дирака при зарядовом сопряжении.
6. Вывести сопряженное уравнение Дирака.
7. С помощью вариационного принципа получить уравнения Янга-Миллса для калибровочных полей в квантовой хромодинамике.
8. Показать, что в пределе низких энергий теория Ферми и обменная теория слабого взаимодействия

приводят к одинаковым результатам.

9. Из уравнений Эйнштейна получить метрику Шварцшильда для сферически-симметричного гравитационного поля.
10. Вывести уравнения линеаризованной теории гравитации.
11. Вывести и проанализировать решения уравнения Фридмана.

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

Вопросы к экзамену

1. Общий обзор фундаментальных взаимодействий.\*
2. Сравнительные интенсивности фундаментальных взаимодействий.\*
3. Константы взаимодействий. Единая константа взаимодействий.
4. Элементарные частицы: классификация и основные свойства.\*
5. Фундаментальные частицы.\*
6. Квантовые характеристики элементарных частиц.\*
7. Квантовая механика и релятивизм.
8. Уравнение Клейна-Фока.
9. Уравнение Дирака.\*
10. Процедура квантования поля.
11. Свободное скалярное поле.
12. Электромагнитное и спинорное поле.
13. Принцип локальной калибровочной симметрии.
14. Основные уравнения квантовой электродинамики.\*
15. Основные приложения квантовой электродинамики.
16. Меллеровское рассеяние электронов.
17. Основные уравнения квантовой хромодинамики.\*
18. Основные КХД процессы.
19. Экспериментальные подтверждения КХД.
20. СРТ-теорема.
21. Теория слабого взаимодействия Ферми.
22. Обменная теория слабого взаимодействия.
23. Спонтанное нарушение локальной калибровочной симметрии.
24. Модель Вайнберга-Салама электрослабого взаимодействия.
25. Свойства калибровочной группы Теории Великого Объединения.
26. Основные следствия Теории Великого Объединения.
27. Принцип эквивалентности.\*
28. Принцип ковариантности.\*
29. Тензор кривизны.
30. Действие для гравитирующей материи.
31. Уравнения Эйнштейна.\*
32. Законы сохранения энергии и импульса в общей теории относительности.
33. Ньютоновская теория гравитации.
34. Гравитационные волны.
35. Интервал Шварцшильда.
36. Движение частиц в поле Шварцшильда.
37. Гравитационное красное смещение.
38. Единые теории поля.\*
39. Квантовая теория гравитации.
40. Суперсимметрия и супергравитация.
41. Теория струн.
42. Бинарная геометрофизика.

Примечание: \*отмечены вопросы, входящие в список вопросов «теоретического минимума».

### 6.4. Критерии оценивания

Текущий контроль теоретических знаний и практических навыков производится на практических занятиях в виде контрольных вопросов из «теоретического минимума» и проверки отчетов о самостоятельном решении задач. Экзаменационная оценка ставится на основании письменного и устного ответов по экзаменационному билету. Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса и задачу. На экзамене студент получает оценку «удовлетворительно» в случае успешной сдачи «теоретического минимума», который включает: знание основных понятий, название и физический смысл величин, вид основных соотношений (без вывода), определяемых вопросом билета. Оценка «хорошо» – студент твердо знает учебно-программный материал, грамотно и по существу излагает его, но при этом допускаются негрубые ошибки при выводе формул или отсутствие некоторых элементов вывода.

Оценка «отлично» – студент должен продемонстрировать отличное знание материала, как лекционных занятий, так и тем, выносимых на самостоятельное обучение, ответив на оба вопроса билета, воспроизведя соответствующие математические выкладки и логические рассуждения; задача должно быть полностью решена, студент правильно обосновывает принятые решения.

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

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
ЛП.1	Ахиезер А. И.	Квантовая электродинамика: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=474067">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=474067</a> )	Москва : Наука, 1969	ЭБС
ЛП.2	Вейнберг С., Сморodinский Я. А.	Гравитация и космология: принципы и приложения общей теории относительности ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=481489">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=481489</a> )	Москва : Мир, 1975	ЭБС
ЛП.3	Жилкин А. Г.	Электродинамика: учебное пособие ( <a href="http://library.csu.ru/rbooks2/view2?code=local/007754/zhilkinag">http://library.csu.ru/rbooks2/view2?code=local/007754/zhilkinag</a> )	Челябинск : Издательство Челябинского государственного университета, 2013	ЭБС
ЛП.4	Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М.	Теоретическая физика: в 10 томах : учебное пособие для студентов вузов	Москва: Наука,	
ЛП.5	Фраунфельдер Г., Хенли Э.	Субатомная физика ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=483266">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=483266</a> )	Москва : Мир, 1979	ЭБС
ЛП.6	Окунь Л. Б.	Слабое взаимодействие элементарных частиц ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=483307">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=483307</a> )	Москва : Государственное издательство физико- математической литературы, 1963	ЭБС
ЛП.7	Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М.	Краткий курс теоретической физики ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=494680">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=494680</a> )	Москва : Наука, 1972	ЭБС
ЛП.8	Иоффе Б. Л., Липатов Л. Н., Фадин В. С.	Физика элементарных частиц: квантовая хромодинамика в 2 т. Том 2: учебное пособие для вузов ( <a href="https://urait.ru/bcode/441566">https://urait.ru/bcode/441566</a> )	Москва : Юрайт, 2019	ЭБС
ЛП.9	Иоффе Б. Л., Липатов Л. Н., Фадин В. С.	Физика элементарных частиц: квантовая хромодинамика в 2 т. Том 1: учебное пособие для вузов ( <a href="https://urait.ru/bcode/441447">https://urait.ru/bcode/441447</a> )	Москва : Юрайт, 2019	ЭБС
ЛП.10	Боголюбов Н. Н., Ширков Д. В.	Квантовые поля: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=75464">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=75464</a> )	Москва : Физматлит, 2005	ЭБС
ЛП.11	Окунь Л. Б.	Элементарное введение в физику элементарных частиц ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=76603">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=76603</a> )	Москва : Физматлит, 2009	ЭБС

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Дирак П.	Общая теория относительности ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=45408">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=45408</a> )	Ростов- Ярославский : Атомиздат, 1978	ЭБС
Л2.2	Ферми Э.	Элементарные частицы: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=255660">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=255660</a> )	Москва : Изд-во иностр. лит., 1953	ЭБС
Л2.3	Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М.	Теоретическая физика. Т. 7 : Теория упругости: в 10 томах : учебное пособие для студентов вузов	Москва : Наука, 1987	
Л2.4	Бьёркен Дж. Д., Дрелл С. Д., Берестецкий В. Б.	Релятивистская квантовая теория	Москва: Наука,	

Рабочая программа дисциплины "Физика фундаментальных взаимодействий" по направлению подготовки (специальности) "Физика" направленности (профилю) Фундаментальная физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»				стр. 8
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.5	Биленький С. М.	Введение в диаграммную технику Фейнмана ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=483253">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=483253</a> )	Москва : Атомиздат, 1971	ЭБС
Л2.6		Элементарные частицы и компенсирующие поля: сборник статей ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=483262">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=483262</a> )	Москва : Мир, 1964	ЭБС
Л2.7	Коккедэ Я.	Теория кварков ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=483274">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=483274</a> )	Москва : Мир, 1971	ЭБС
Л2.8	Нишиджима К., Соколов А. А.	Фундаментальные частицы ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=483304">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=483304</a> )	Москва : Мир, 1965	ЭБС
Л2.9	Блохинцев Д. И.	Основы квантовой механики ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=495577">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=495577</a> )	Москва : Наука, 1976	ЭБС
Л2.10	Бьёркен Д. Д., Дрелл С. Д.	Релятивистская квантовая теория ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=495579">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=495579</a> )	Б.м. : б.и., 1978	ЭБС
Л2.11	Флюгге З.	Задачи по квантовой механике ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=495582">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=495582</a> )	Москва : Мир, 1974	ЭБС
Л2.12	Флюгге З.	Задачи по квантовой механике ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=495583">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=495583</a> )	Москва : Мир, 1974	ЭБС
<b>7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"</b>				
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://biblionline.ru">https://biblionline.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: <a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>			
<b>7.3 Перечень информационных технологий</b>				
<b>7.3.1 Программное обеспечение</b>				
MS Office365				
Adobe Reader				
LMS Moodle				
Adobe Connect Acrobat				
<b>7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы</b>				
1. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных / Челяб. гос. ун-т. – URL: <a href="http://library.csu.ru/ru/">http://library.csu.ru/ru/</a> - Челябинск, 1992.				
2. APS JOURNALS. Physical Review Letters, Physical Review X, Physical Review, and Reviews of Modern Physics : журналы American Physical Society : сайт. – URL: <a href="http://journals.aps.org/about">http://journals.aps.org/about</a> – 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: <a href="http://www.scopus.com/">http://www.scopus.com/</a> – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.				
5. Springer Link : [сайт]. – URL: <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a> – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.				
<b>8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>				
Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского 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 медиациентр) (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 «Физика фундаментальных взаимодействий» осуществляется на лекциях, практических занятиях 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. Практические занятия служат для закрепления теоретических основ, излагаемых в лекциях. На практических занятиях обучаемые овладевают основными методами и приемами решения задач. Для проведения текущего и промежуточного контроля проводится контрольная работа и защиты задач по каждой теме практических занятий. Защита задач то теме подразумевает решение задач из предложенного списка задач и умение объяснить ход решения 1-2 задач из темы. Система контрольных мероприятий должна обеспечивать объективную оценку знаний и навыков студентов, способствовать повышению эффективности всех видов учебных занятий, включая и самостоятельную работу. 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 применять 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 голо информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося.

1. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения: портативный компьютер с вводом/выводом шрифтом Брайля с синтезатором речи «E1Braille-W14J G2»; ноутбуки с программой экранного доступа NVDA; электронные увеличители для удаленного просмотра; видеоувеличители портативные; тифлоплеер; цифровые диктофоны.

2. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями слуха: система свободного звукового поля со встроенной совместимостью с FM-устройствами; радиоклассы «Сонет-PCM» с передатчиком, заушным индуктором и индукционной петлей; система информационная для слабослышащих переносная «Исток» А2 со встроенным плеером – звуковым информатором; документ-камера; программируемые слуховые аппараты индивидуального пользования.

3. Ассистивные информационные технологии: программное обеспечение экранного доступа с синтезом речи NVDA; программы экранного увеличения; программы речевого синтеза для компьютеров и ноутбуков; программы речевого синтеза для мобильных устройств; экранная клавиатура; экранная лупа.

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

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся инвалидов и обучающихся 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 к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах, с помощью специальных технических и программных средств (рабочее место для незрячего пользователя с программным обеспечением экранного доступа с синтезом речи NVDA, рабочее место с компьютерным роллером и клавиатурой Clevu с большими кнопками и с разделяющей клавиши накладкой).

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

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме шрифтом Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий (Moodle, Adobe Connect Pro и пр.).

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья используется индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации направлены на индивидуализацию обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей обучающихся:

а) инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, в письменной форме шрифтом Брайля, устно с использованием услуг сурдопереводчика);

б) доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в печатной форме шрифтом Брайля, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом, задания предоставляются с использованием сурдоперевода);

в) доступная форма предоставления 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 технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены ЧелГУ или могут использоваться собственные технические средства. 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.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

