

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования\_  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Арзамасский филиал ННГУ - Факультет естественных и математических наук

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением Ученого совета ННГУ  
протокол № 10 от 02.12.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Теоретическая физика

---

Уровень высшего образования  
Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность  
44.03.05 - Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

---

Направленность образовательной программы  
Математика и физика

---

Форма обучения  
очная

---

г. Арзамас

2025 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.02.01 Теоретическая физика относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПКР-4: Способен осваивать и анализировать базовые научно-теоретические представления о сущности, закономерностях, принципах и особенностях явлений и процессов в предметной области	ИПКР-4.1: Знает содержание, сущность, закономерности, принципы и особенности изучаемых явлений и процессов, базовые теории в предметной области, а также роль учебного предмета/ образовательной области в формировании научной картины мира; основы общетеоретических дисциплин в объеме, необходимом для решения профессиональных задач. ИПКР-4.2: Умеет анализировать базовые научно-теоретические представления о сущности, закономерностях, принципах и особенностях изучаемых явлений и процессов в предметной области знаний. ИПКР-4.3: Владеет различными методами анализа основных категорий предметной области знаний.	ИПКР-4.1: Знать – содержание, сущность, закономерности, принципы и особенности изучаемых явлений и процессов, базовые теории теоретической физике, а также роль физики в формировании научной картины мира; –теоретическую физику в объеме, необходимом для решения профессиональных задач.  ИПКР-4.2: Уметь анализировать базовые научно-теоретические представления о сущности, закономерностях, принципах и особенностях изучаемых явлений и процессов по теоретической физике.  ИПКР-4.3: Владеть различными методами анализа основных категорий по теоретической физике	Тест Практическое задание Реферат	Зачёт: Контрольные вопросы  Экзамен: Контрольные вопросы
ПКР-5: Способен конструировать содержание образования и реализовывать	ИПКР-5.1: Знает требования ФГОС соответствующего уровня образования к содержанию	ИПКР-5.1: Знать требования ФГОС основного и среднего общего образования к	Практическое задание Реферат Тест	Зачёт: Контрольные вопросы

образовательный процесс в предметной области в соответствии с требованиями ФГОС соответствующего уровня образования, с уровнем развития современной науки и с учетом возрастных особенностей обучающихся / воспитанников	образования в предметной области, примерные образовательные программы и учебники по преподаваемому предмету, перечень и содержательные характеристики учебной документации по вопросам организации и реализации образовательного процесса. ИПКР-5.2: Умеет конструировать предметное содержание обучения в соответствии с уровнем развития научного знания и с учетом возрастных особенностей обучающихся / воспитанников; разрабатывать рабочие программы на основе примерных образовательных программ. ИПКР-5.3: Владеет навыками конструирования и реализации предметного содержания и его адаптации в соответствии с особенностями обучающихся / воспитанников.	содержанию образования по физике, примерные образовательные программы и учебники по физике, перечень и содержательные характеристики учебной документации по вопросам организации и реализации образовательного процесса  ИПКР-5.2: Уметь – конструировать содержание физико-математического обучения в соответствии с уровнем развития научного знания и с учетом возрастных особенностей обучающихся; – разрабатывать рабочие программы по физике на основе примерных образовательных программ  ИПКР-5.3: Владеть навыками конструирования и реализации предметного содержания и его адаптации в соответствии с особенностями обучающихся		Экзамен: Контрольные вопросы
--	--	--	--	---------------------------------

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>11</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>396</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	82
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	82
- КСР	4
<b>самостоятельная работа</b>	<b>192</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>36</b>
	<b>Экзамен, Зачёт</b>

### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Раздел 1. Классическая механика	112	24	24	48	64
Раздел 2. Электродинамика и специальная теория относительности	136	36	36	72	64
Раздел 3. Основы квантовой механики	108	22	22	44	64
Аттестация	36				
КСР	4				4
Итого	396	82	82	168	192

#### Содержание разделов и тем дисциплины

##### Раздел 1. Классическая механика

Классическая механика как теория механического движения макроскопических тел. Классические представления о пространстве и времени. Основные разделы и объекты изучения классической механики. Кинематика материальной точки и простейших систем.

Понятие о силе и массе. Инерциальные системы отсчета. Законы Ньютона. Границы применимости классической механики. Прямая задача динамики и роль начальных условий. Принцип причинности в классической механике.

Потенциальная энергия и классификация свободных механических систем. Работа силы и потенциальная энергия частицы во внешнем силовом поле. Потенциальная энергия механической системы. Классификация свободных механических систем.

Законы изменения импульса и механической энергии системы материальных точек.

Закон сохранения импульса для замкнутых механических систем, его связь с однородностью пространства и третьим законом Ньютона. Теорема об изменении импульса незамкнутой системы.

Симметрия внешнего силового поля и сохранения отдельных составляющих вектора импульса незамкнутой системы.

Законы сохранения момента импульса замкнутой системы и теория об изменении момента импульса для незамкнутой системы. Симметрия внешнего силового поля и сохранения отдельных составляющих момента импульса незамкнутой системы.

Одномерное движение. Качественное исследование одномерного движения. Границы одномерного движения. Период одномерного финитного движения

Задача двух тел. Метод одномерного эффективного потенциала. Качественное исследование движения в центрально-симметрическом поле по виду одномерного эффективного потенциала.

Законы сохранения момента импульса и энергии. Гироскопы. Гироскопические силы.

Принцип Даламбера. Общее уравнение динамики. Вывод уравнений Лагранжа 2-го рода. Уравнения Лагранжа для различных классов механических систем.

Свободные и вынужденные колебания систем с одной степенью свободы. Резонанс.

Функция Лагранжа для систем с потенциальными и обобщенно–потенциальными силами. Связь функции Лагранжа с законами сохранения. Циклические координаты и обобщенный импульс.

Понятие о функционале и его первой вариации. Принцип Гамильтона–Остроградского. Канонические уравнения движения. Функция Гамильтона и её связь с законами сохранения. Скобки Пуассона. Уравнения Лагранжа.

Постулат идеальных связей. Принцип возможных перемещений. Свободные колебания одномерной механической системы.

Раздел 2. Электродинамика и специальная теория относительности

Электромагнитное поле как вид материи. Понятия микро и макроэлектродинамики. Элементы дуги, поверхности, объема. Уравнение силовой линии. Определения и физический смысл градиента, дивергенции, ротора.

Оператор набла и Лапласа. Интегральные теоремы. Принцип суперпозиции. Поток вектора напряженности. Теорема Остроградского-Гаусса с гидродинамической интерпретацией. Потенциальный характер электростатического поля. Потенциал и его связь с напряженностью поля.

Прямая и обратная задачи электродинамики. Диэлектрики в электростатическом поле. Механизмы поляризации диэлектриков. Вектор поляризации. Поле диполя. Поле поляризованного диэлектрика. Левитация диэлектрика. Проводники в электростатическом поле.

Энергия электростатического поля. Уравнения Максвелла для электростатики в дифференциальной форме. Уравнения Максвелла для электростатики в интегральной форме. Граничные условия на разделе двух диэлектриков. Уравнение Пуассона-Лапласа для потенциала. Потенциал поля системы зарядов на больших расстояниях - разложение по мультиполям. Понятие о стационарном электрическом поле.

Интегральная и дифференциальная формулировки закона Ома и других законов постоянного тока.

Магнитные поля объемных и поверхностных токов. Закон полного тока. Векторный потенциал.

Уравнения Пуассона-Лапласа для векторного потенциала. Магнитное поле в однородных магнетиках. Магнитная индукция.

Диа и парамагнетики. Ферромагнетизм. Понятие о гистерезисе (жесткий и мягкий ферромагнетики), его техническое применение.

Уравнения Максвелла для магнитостатики в дифференциальной и интегральной формах.

Квазистационарные электромагнитные поля. Принцип дальнего действия-близкого действия.

Сверхпроводники в магнитном поле, их техническое применение. Полная система уравнений электромагнитного поля. Закон сохранения энергии электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга.

Раздел 3. Основы квантовой механики

Состояния и наблюдаемые физические величины в квантовой механике. Описание состояний микросистем. Волновые функции. Описание наблюдаемых в квантовой механике

Математический аппарат квантовой механики. Самосопряженные операторы. Собственные функции и собственные значения самосопряженных операторов, их физический смысл.

Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Условия совместной измеримости наблюдаемых.

Полный набор наблюдаемых.

Свойства операторов физических величин. Стационарное уравнение Шредингера. Принцип причинности в квантовой механике.

Одномерное движение. Задача о частице в потенциальной яме.

Туннельный эффект.

Линейный гармонический осциллятор.

Атом водорода.

Приближенные методы квантовой механики. Стационарная теория возмущений.

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:  
Электронные курсы, созданные в системе электронного обучения ННГУ:

Теоретическая физика, <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=8316>.

Иные учебно-методические материалы:

Учебно-методические документы, регламентирующие самостоятельную работу, адреса доступа к документам:

<https://arz.unn.ru/sveden/document/>

[https://arz.unn.ru/pdf/Metod\\_all\\_all.pdf](https://arz.unn.ru/pdf/Metod_all_all.pdf)

## **5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

### **5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

#### **5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПКР-4:**

#### **Семестр 8**

1.В классической механике постулируется:

1. Свойства пространства зависят от свойств времени.
2. Пространство и время существуют независимо друг от друга.
3. Свойства пространства зависят от свойств движущейся материи.
4. Пространство и время анизотропны.
5. Пространство и время дискретны

2.В классической механике постулируется:

1. Любые физические величины можно измерить одновременно с любой точностью.
2. Некоторые физические величины нельзя измерить одновременно.
3. Значения физических величин имеют нормальный вероятностный закон распределения.
4. Значения физических величин имеют равномерный вероятностный закон распределения
5. Значения физических величин имеют равномерный вероятностный закон распределения.

3.Скорость материальной точки определяется как

1. Вторая производная от радиус–вектора по времени.
2. Интеграл от радиус–вектора по времени.
3. Первая производная от радиус–вектора по времени.
4. Интеграл от ускорения по времени.

4. Число степеней свободы абсолютно твердого тела равно

1. 6
2. 4
3. 3
4. 5
5. 1

5. Направление вектора угловой скорости находится

1. По правилу левой руки.
2. По правилу правой руки.
3. В зависимости от конкретного типа вращения.
4. По правилу правого винта

### Семестр 9

1. Какое из уравнений Максвелла отражает закон электромагнитной индукции?

Варианты ответов:

- |   |  |
|---|--|
| 1. $\text{rot } \mathbf{H} = \mathbf{j} + \partial \mathbf{D} / \partial t$ | 2. $\text{div } \mathbf{B} = 0$        |
| 3. $\text{rot } \mathbf{E} = - \partial \mathbf{B} / \partial t$            | 4. $\text{div } \mathbf{D} = \rho$     |
| 5. $\mathbf{j} = \sigma \mathbf{E}$   | 6. $\mathbf{B} = \mu \mu_0 \mathbf{H}$ |
| 7. $\mathbf{D} = \varepsilon \varepsilon_0 \mathbf{E}$                      |  |

2. Какое из вышеприведённых уравнений Максвелла отражает закон магнитоэлектрической индукции?

Варианты ответов:

1.      2.      3.      4.      5.      6.      7.

3. Какое из вышеприведённых уравнений Максвелла отражает закон Ома в дифференциальной форме?

Варианты ответов:

1.      2.      3.      4.      5.      6.      7.

4. Выберите правильную формулировку теоремы Остроградского – Гаусса.

Варианты ответов:

1. Поток вектора электрической индукции через замкнутую поверхность равен алгебраической сумме всех электрических зарядов, заключённых внутри этой поверхности.
2. Поток вектора электрической индукции через положительную сторону замкнутой поверхности равен алгебраической сумме всех электрических зарядов, заключённых внутри этой поверхности.
3. Поток вектора электрической индукции через положительную сторону замкнутой поверхности равен сумме всех электрических зарядов, заключённых вне этой поверхности.
4. Поток вектора электрической индукции через положительную сторону замкнутой поверхности равен алгебраической сумме всех электрических зарядов, заключённых за этой поверхностью.

5. Найдите неверное правило в схеме сведения записи в интегральной форме к записи в дифференциальной форме.

Варианты ответов:

1. Нужно интегралы левой и правой части уравнения свести к одной и той же области пространства, например к одному и тому же объёму.
2. Объединив интегралы, замечаем, что интеграл левой части равенства равен нулю.
3. Если это равенство не зависит от пределов интегрирования, то заключаем, что подинтегральная функция равна нулю.
4. Если интеграл левой части равенства равен нулю, то подинтегральная функция равна нулю.

### Семестр 10

1. Стационарным уравнением Шредингера для линейного гармонического осциллятора является уравнение

$$\text{а) } \Delta\Psi + \frac{2m}{\hbar^2} \left( E + \frac{Ze^2}{r} \right) \Psi = 0 ;$$

$$\text{в) } \Delta\Psi + \frac{2m}{\hbar^2} E\Psi = 0 ;$$

$$\text{б) } \frac{d^2\Psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} \left( E - \frac{m\omega^2 x^2}{2} \right) \Psi = 0 ;$$

$$\text{г) } \frac{d^2\Psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} E\Psi = 0 .$$

2. Стационарным уравнением Шредингера для атома водорода является уравнение

### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПКР-5:

#### Семестр 8

6. Скорость переносного движения определяется как

1. Скорость подвижной системы отсчета.
2. Скорость движения тела относительно подвижной системы отсчета
3. Скорость, обусловленная кориолисовым ускорением.
4. Скорость той точки подвижной системы отсчета, в которой находится материальная точка.
5. Скорость, обусловленная вращением подвижной системы отсчета.

7. Объективным содержанием 1 закона Ньютона является:

1. Утверждение о наличии у тел массы.
2. Утверждение о существовании инерциальных систем отсчета
3. Постулирование понятия силы.
4. Утверждение о существовании замкнутых механических систем.
5. Постулирование понятия массы.

8. Инерциальная система отсчета должна быть связана с

1. произвольным физическим телом.
2. декартовой системой координат
3. замкнутым (изолированным) физическим телом.
4. полярной системой координат.
5. цилиндрической системой координат

9. 2 закон Ньютона в обобщенной форме имеет вид:

$$1) \quad \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

$$2) \quad \vec{F} = m\vec{a}$$

$$3) \quad \vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt}$$

$$4) \quad \vec{F} = m\ddot{\vec{r}}$$

10. Состояние механической системы определяется

- 1) координатами материальных точек системы.
- 2) скоростями материальных точек системы.
- 3) набором координат и импульсов ее материальных точек
- 4) ее энергией.
- 5) ее массой

### Семестр 9

6. Какое из уравнений Максвелла отражает непрерывность линий индукции магнитного поля?

Варианты ответов:

$$1. \operatorname{rot} \mathbf{H} = \mathbf{j} + \partial \mathbf{D} / \partial t$$

$$2. \operatorname{div} \mathbf{B} = 0$$

$$3. \operatorname{rot} \mathbf{E} = -\partial \mathbf{B} / \partial t$$

$$4. \operatorname{div} \mathbf{D} = \rho$$

$$5. \mathbf{j} = \sigma \mathbf{E}$$

$$6. \mathbf{B} = \mu \mu_0 \mathbf{H}$$

$$7. \mathbf{D} = \epsilon \epsilon_0 \mathbf{E}$$

7. Какое из вышеприведённых уравнений Максвелла отражает наличие стоков и источников электрического поля?

Варианты ответов:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.

8. Какие из вышеприведённых уравнений Максвелла являются материальными уравнениями?

Варианты ответов:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.

9. Почему уравнение непрерывности или сплошности потока вектора  $\mathbf{j}$  называют законом сохранения заряда?

Варианты ответов:

1. Потому, что приравниваем  $I$  – ток через поверхность  $S$  и заряд  $q$ .
2. Потому, что приравниваем скорость изменения тока через поверхность  $S$  и заряд.
3. Потому, что приравниваем скорость изменения тока через поверхность  $S$  и производную  $\frac{dq}{dt}$  – скорость изменения заряда (заряд, убывающий в объёме  $V$  никуда не пропадает, а уходит из объёма через поверхность  $S$ ).
4. Потому, что приравнивая  $I$  – ток через поверхность  $S$  и производную  $\frac{dq}{dt}$  – скорость изменения заряда (заряд, убывающий в объёме  $V$  никуда не пропадает, а уходит из объёма через поверхность  $S$ ).

10. Какое из приведённых утверждений о плотности тока смещения является неверным?

Варианты ответов:

1. Величину, которая определяется как скорость изменения индукции  $D$  во времени называют плотностью тока смещения.
2. Если представить, что переменный ток идёт в конденсаторе, заполненном диэлектриком, то при изменении индукции электрического поля  $D$  со временем заряды атомов или молекул диэлектрика под действием поля будут смещаться.
3. Плотность тока смещения в любой точке равна плотности тока проводимости.
4. При отсутствии диэлектрика в конденсаторе (вакуум), смещаться нечему, но название плотности тока смещения сохраняется.

### Семестр 10

3. Каждой динамической переменной классической механики следует сопоставить в квантовой механике

- |                      |                                       |
|----------------------|---------------------------------------|
| а) волновую функцию; | в) линейный самосопряженный оператор; |
| б) оператор;         | г) физическую величину.               |

4. Точная формулировка соотношения неопределенностей есть

- |   |   |
|---|---|
| а) $\sqrt{(\Delta x)^2} \sqrt{(\Delta p_x)^2} \leq \frac{\hbar}{2}$ ; | в) $\sqrt{(\Delta x)^2} \sqrt{(\Delta p_y)^2} \geq \frac{\hbar}{2}$ ; |
| б) $\sqrt{(\Delta x)^2} \sqrt{(\Delta p_x)^2} \geq \frac{\hbar}{2}$ ; | г) $\sqrt{(\Delta x)^2} \sqrt{(\Delta p_x)^2} \geq \frac{\hbar}{2}$ . |

5. Среднее значение динамической переменной  $F$  в состоянии определяется формулой

- |  |  |
|--|--|
| а) $\bar{F} = \int \Psi^* \hat{F} \Psi d\tau$ ;    | в) $\bar{F} = \frac{\int \Psi^* \hat{F} \Psi d\tau}{\int \Psi^* \Psi d\tau}$ ; |
| б) $\bar{F} = \frac{F_1 + F_2 + \dots + F_n}{n}$ ; | г) $\bar{F} = \frac{\int \Psi \hat{F} \Psi d\tau}{\int \Psi d\tau}$ .          |

### Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
отлично	80 – 100 % правильных ответов
хорошо	60 – 79 % правильных ответов
удовлетворительно	40 – 59% правильных ответов
неудовлетворительно	менее 40% правильных ответов

### 5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПКР-4:

#### Семестр 8

1. На гладкой горизонтальной поверхности лежат два одинаковых шарика массами  $m_0$ , соединенные невесомой пружинкой жесткостью  $k$  и длиной  $l_0$  в недеформированном

состоянии. В один из шариков попадает летящая горизонтально вдоль оси пружины со скоростью  $u$  пуля массой  $m$  и застревает в нем. Найти максимальное и минимальное расстояние между шариками в процессе их движения.

2. С концов платформы массой  $M$  и длиной  $l$ , которая может перемещаться без трения, навстречу друг другу бегут два зайца массами  $m$  и  $2m$  с постоянными относительно платформы скоростями. Второй заяц (массой  $2m$ ) бежит в два раза быстрее первого. На сколько сместится платформа, когда второй заяц добежит до ее конца?

#### Семестр 9

1. Стержень массой  $m$  и длиной  $l$  подвешен к потолку. Нижнему концу стержня сообщили скорость  $v$  в горизонтальном направлении. Чему будет равен момент импульса стержня относительно точки подвеса сразу после начала движения?

2. Докажите математически, что электромагнитное поле обладает импульсом. Запишите уравнение непрерывности плотности импульса электромагнитного поля.

#### Семестр 10

1. Состояния и наблюдаемые физические величины в квантовой механике.

2. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.

3. Стационарное и нестационарное уравнения Шредингера.

**5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПКР-5:**

#### Семестр 8

3. На нити, прикрепленной к воздушному шару массой  $M$ , свободно висящему в воздухе, сидит жук массой  $m$ , который начинает двигаться с постоянной относительно нити скоростью  $U$  вверх. Определить скорости шара и жука относительно Земли.

4. На неподвижной тележке находятся два человека. В каком случае тележка приобретет большую скорость: если люди прыгнут с тележки одновременно или друг за другом в одном направлении?

5. Три упругих шара одинакового радиуса с массами  $m_1$ ,  $m_2$  и  $m_3$  находятся на одной прямой. Двигаясь с некоторой скоростью, первый шар массой  $m_1$  испытывает центральное соударение со вторым покоящимся шаром массой  $m_2$ . Чему должна быть равна масса второго шара, чтобы после его соударения с третьим покоящимся шаром скорость последнего была максимальной?

#### Семестр 9

3. На каком расстоянии от точки подвеса находится центр масс стержня массой  $0,4$  кг длиной  $1$  м, подвешенного к потолку, если на свободном конце стержня закреплен небольшой груз массой  $2$  кг?

4. Запишите уравнение движения заряда в четырехмерной форме через антисимметричный тензор электромагнитного поля.

5. Каким будет момент инерции стержня, массой  $0,3$  кг и длиной  $1$  м подвешенного к потолку, относительно оси, проходящей через точку подвеса и перпендикулярной ему, если на свободном конце стержня закреплен небольшой груз массой  $2$  кг?

#### Семестр 10

4. Принцип причинности в квантовой механике.

5. Задача о частице в потенциальной яме.

6. Атом водорода, энергетический спектр и волновые функции.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)

Оценка	Критерии оценивания
отлично	выполненные практические задания содержательно полностью соответствуют поставленным вопросам. Приведенная информация проанализирована, переработана, рассмотрены и приведены различные точки зрения специалистов по данным вопросам. Оформление задания полностью соответствует требуемому шаблону.
хорошо	выполненные практические задания содержательно соответствуют поставленным вопросам. Приведенная в них информация верная, но она студентом заимствована из источника без проведения анализа содержания. Оформление задания полностью соответствует требуемому шаблону.
удовлетворительно	выполненные практические задания в целом содержательно соответствуют поставленным вопросам. Приведенная в них информация представлена с ошибками. Оформление задания в целом соответствует требуемому шаблону.
неудовлетворительно	выполненные практические задания содержательно не соответствуют поставленным вопросам. Приведенная в них информация представлена с ошибками. Оформление задания не соответствует требуемому шаблону.

### 5.1.5 Типовые задания (оценочное средство - Реферат) для оценки сформированности компетенции ПКР-4:

#### Семестр 8

1. Центр масс. Теорема о движении центра масс.
2. Теорема Кенига.
3. Вывод уравнений Лагранжа из принципа Гамильтона–Остроградского.
4. Обобщенные координаты свободного твердого тела. Угловая скорость и углы Эйлера.
5. Кинематические уравнения Эйлера.

#### Семестр 9

1. Законы сохранения в неинерциальных системах отсчета.
2. Формула Резерфорда.
3. Применение законов сохранения при изучении ядерных реакций.
4. Упругие нецентральные столкновения частиц.
5. Спектральная задача.

#### Семестр 10

1. Примеры проявления волновых свойств микрочастиц.
2. Гипотеза де – Бройля.
3. Корпускулярно-волновой дуализм микрочастиц.

4. Волновая функция её свойства.
5. Принцип суперпозиции в квантовой физике.

### 5.1.6 Типовые задания (оценочное средство - Реферат) для оценки сформированности компетенции ПКР-5:

#### Семестр 8

1. Динамические уравнения Эйлера.
2. Многомерные колебания.
3. Движение в неинерциальных системах отсчета.
4. Зависимость ускорения свободного падения от широты места наблюдения.
5. Момент инерции. Понятие о тензоре инерции.

#### Семестр 9

1. Решение задач по релятивистской электродинамике.
2. Физика поверхности и микроэлектроника.
3. Жидкокристаллическое состояние вещества.
4. Единичные волны-солитоны.
5. Сверхпроводимость

#### Семестр 10

1. Плотность вероятности в квантовой механике.
2. Вычисление средних значений физических величин
3. Уравнение Шредингера.
4. Стационарное уравнение Шредингера.
5. Собственные функции, собственные значения.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Реферат)

Оценка	Критерии оценивания
отлично	реферативная работа полностью раскрывает основные вопросы теоретического материала. Студент приводит информацию из первоисточников и изданий периодической печати, приводит практические примеры, в докладе отвечает на дополнительные вопросы преподавателя и студентов
хорошо	реферативная работа частично раскрывает основные вопросы теоретического материала. Студент приводит информацию из первоисточников, отвечает на дополнительные вопросы преподавателя и студентов (при докладе), но при этом дает не четкие ответы, без достаточно их аргументации
удовлетворительно	реферативная работа в общих чертах раскрывает основные вопросы теоретического материала. Студент приводит информацию только из учебников. При ответах на дополнительные вопросы в докладе путается в ответах, не может дать понятный и аргументированный ответ
неудовлетворительно	реферативная работа не раскрывает основные вопросы теоретического материала. Использовано недостаточно источников, студент не может

Оценка	Критерии оценивания
	ответить на дополнительные вопросы.

## 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
<u>Знания</u>	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
<u>Умения</u>	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
<u>Навыки</u>	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПКР-4

1. Уравнения движения в векторной, координатной и естественной формах. Траектория, скорость и ускорение материальной точки. Секторная скорость.
2. Законы Ньютона. Понятие о силе и массе. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета
3. Принцип относительности и преобразования Галилея. Закон сложения скоростей. Границы применимости классической механики.
4. Поступательное и вращательное движения абсолютно твердого тела
5. Основная задача динамики. Роль начальных условий. Принцип причинности в классической механике.
6. Работа силы. Потенциальная энергия частицы во внешнем силовом поле. Примеры потенциальных силовых полей. Потенциальная энергия системы взаимодействующих частиц. Классификация механических систем.
7. Понятие о симметриях пространства и времени в классической механике. Законы сохранения.
8. Закон сохранения и превращения механической энергии для консервативных систем. Его связь с однородностью времени.
9. Теоремы об изменении кинетической и полной энергии механических систем.
10. Теорема об изменении импульса незамкнутой механической системы.
11. Закон сохранения импульса замкнутой механической системы и его связь с однородностью пространства.
12. Преобразование вектора импульса при переходе от одной системы отсчета к другой. Понятие о покое и движении механической системы как единого целого.
13. Центр масс. Теорема о движении центра масс. Теорема Кенига.
14. Теорема об изменении момента импульса незамкнутой механической системы.
15. Закон сохранения момента импульса замкнутой механической системы и его связь с изотропностью пространства.
16. Закон сохранения момента импульса частицы в центрально – симметричном поле относительно силового центра.
17. Задача двух тел.
18. Движение частицы в центрально – симметричном поле. Одномерный эффективный потенциал.
19. Понятие о связях и степенях свободы. Классификация связей.
20. Понятия о виртуальных перемещениях и виртуальной работе. Постулат об идеальных связях.
21. Принцип виртуальных перемещений.
22. Принцип Даламбера. Основное уравнение механики.
23. Обобщенные координаты и обобщенные силы. Условия равновесия механической системы во внешнем потенциальном силовом поле.
24. Уравнения Лагранжа.
25. Канонические уравнения движения.

26. Функция Лагранжа и ее связь с законами сохранения.
27. Функция Гамильтона и ее связь с законами сохранения. Скобки Пуассона.
28. Принцип экстремального действия.
29. Уравнение Гамильтона – Якоби.
30. Свободные и вынужденные колебания механических систем.

### 5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПКР-5

#### Семестр 8

1. Законы Ньютона. Понятие о силе и массе. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета
2. Поступательное и вращательное движения абсолютно твердого тела
3. Работа силы. Потенциальная энергия частицы во внешнем силовом поле. Примеры потенциальных силовых полей. Потенциальная энергия системы взаимодействующих частиц. Классификация механических систем.
4. Закон сохранения и превращения механической энергии для консервативных систем. Его связь с однородностью времени.
5. Теорема об изменении импульса незамкнутой механической системы.
6. Преобразование вектора импульса при переходе от одной системы отсчета к другой. Понятие о покое и движении механической системы как единого целого.
7. Теорема об изменении момента импульса незамкнутой механической системы.
8. Закон сохранения момента импульса частицы в центрально – симметричном поле относительно силового центра.
9. Движение частицы в центрально – симметричном поле. Одномерный эффективный потенциал.
10. Понятия о виртуальных перемещениях и виртуальной работе. Постулат об идеальных связях.
11. Принцип Даламбера. Основное уравнение механики.
12. Уравнения Лагранжа.
13. Функция Лагранжа и ее связь с законами сохранения.
14. Принцип экстремального действия.
15. Свободные и вынужденные колебания механических систем.

#### Семестр 9

1. Волновая функция и её статистический смысл.
2. Принцип суперпозиции квантового состояния.
3. Собственные функции и собственные значения самосопряженных операторов, их физический смысл.
4. Свойства операторов физических величин.
5. Временное уравнение Шредингера.
6. Принцип причинности в квантовой механике.
7. Туннельный эффект.
8. Атом водорода.
9. Приближенные методы квантовой механики

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	сформированность компонентного состава компетенций в целом соответствует требованиям компетентностной модели будущего выпускника на данном этапе обучения, основанным на требованиях ФГОС ВО по направлению подготовки, студент как минимум способен решать

Оценка	Критерии оценивания
	стандартные профессиональные задачи в предметной области дисциплины в соответствии с видами профессиональной деятельности осваиваемой образовательной программы
не зачтено	сформированность компонентного состава компетенций не соответствует требованиям ФГОС ВО, студент не готов решать профессиональные задачи в предметной области дисциплины в соответствии с видами профессиональной деятельности осваиваемой образовательной программы

### 5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПКР-4

1. Электромагнитное поле как вид материи. Понятия микро и макроэлектродинамики.
2. Усреднение по физически бесконечно малому объему.
3. Элементы дуги, поверхности, объема. Уравнение силовой линии.
4. Оператор Набла и Лапласа. Интегральные теоремы.
5. Принцип суперпозиции. Поток вектора напряженности.
6. Потенциальный характер электростатического поля. Потенциал и его связь с напряженностью поля.
7. Диэлектрики в электростатическом поле. Механизмы поляризации диэлектриков.
8. Сила действующая на диэлектрик (в том числе неоднородный) в электростатическом поле. Левитация диэлектрика. Проводники в электростатическом поле.
9. Энергия электростатического поля.
10. Граничные условия на разделе двух диэлектриков. Уравнение Пуассона-Лапласа для потенциала.
11. Потенциал поля системы зарядов на больших расстояниях - разложение по мультиполям.
12. I и II правила Кирхгофа в интегральной и дифференциальных формулировках (уравнение непрерывности стационарного и переменного токов).
13. Магнитные поля объемных и поверхностных токов. Закон полного тока.
14. Магнитное поле в однородных магнетиках. Магнитная индукция.
15. Уравнения Максвелла для магнитостатики в дифференциальной и интегральной формах. Граничные условия на разделе двух магнетиков.
16. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Физическая природа тока смещения. Магнитная энергия тока во внешнем магнитном поле.
17. Коэффициент самоиндукции. Магнитная энергия тока. Энергия магнитного поля.
18. Полная система уравнений электромагнитного поля. Закон сохранения энергии электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга.
19. Импульс электромагнитного поля. Решение уравнений Максвелла методом электродинамических потенциалов. Уравнения Д'Аламбера.
20. Гармоническая волна. Волновой фронт. Свойства плоской электромагнитной волны.
21. Фазовая и групповая скорости. Распространение волн в диспергирующих средах.
22. Формулировка электродинамики в 4-х мерной форме. Тензор электромагнитного поля. Принцип относительности. Инварианты электромагнитного поля.

### 5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПКР-5

1. Феноменологический характер классической теории электромагнитного поля.
2. Ортогональные системы координат. Коэффициенты Ламэ.
3. Определения и физический смысл градиента, дивергенции, ротора.
4. Закон Кулона. Напряженность поля.
5. Теорема Остроградского-Гаусса с гидродинамической интерпретацией.
6. Прямая и обратная задачи электродинамики.
7. Вектор поляризации. Поле диполя. Поле поляризованного диэлектрика.
8. Сила действующая на проводники. Энергия взаимодействия электрических зарядов.

9. Уравнения Максвелла для электростатики в дифференциальной форме. Уравнения Максвелла для электростатики в интегральной форме.
10. Формулировка основной задачи электростатики.
11. Понятие о стационарном электрическом поле. Интегральная и дифференциальная формулировки закона Ома и других законов постоянного тока.
12. Экспериментальные законы Био-Савара-Лапласа и Ампера.
13. Векторный потенциал. Уравнения Пуассона-Лапласа для векторного потенциала.
14. Диа и парамагнетики. Ферромагнетизм. Понятие о гистерезисе (жесткий и мягкий ферромагнетики), его техническое применение.
15. Квазистационарные электромагнитные поля. Принцип дальнего действия-близкого действия.
16. Коэффициент взаимной индукции. Магнитная энергия взаимодействия токов.
17. Сила действующая на магнетик в магнитном поле. Сверхпроводники в магнитном поле, их техническое применение.
18. Теорема единственности решения системы уравнений Максвелла. Анализ смешанной задачи Коши.
19. Волновые уравнения и их решение. Понятие о комплексных амплитудах.
20. Монохроматическая и реальная электромагнитные волны. Разложение в частотный и пространственный спектр.
21. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца.
22. Преобразования компонент электрического и магнитного полей при изменении системы отсчета.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
отлично	ответ полный и правильный, на основании изученной теории; материал изложен в определенной логической последовательности, грамотный научный язык; ответ самостоятельный.
хорошо	ответ полный и правильный, на основании изученной теории; материал изложен в определенной логической последовательности при этом допущены две-три несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя.
удовлетворительно	ответ полный, но при этом допущена существенная ошибка или неполный, несвязный ответ.
неудовлетворительно	ответ обнаруживает непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые не могут быть исправлены при наводящих вопросах преподавателя.

### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Вергелес С. Н. Теоретическая физика. Общая теория относительности : учебник / С. Н. Вергелес. - 2-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 190 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/491741> (дата обращения: 14.08.2022). - ISBN 978-5-534-03243-7 : 659.00. -

Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=821735&idb=0>.

2. Вергелес Сергей Никитович. Теоретическая физика. Квантовая электродинамика : Учебник для вузов / Вергелес С. Н. - 4-е изд. - Москва : Юрайт, 2021. - 262 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-01663-5. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=762524&idb=0>.

3. Гладков С. О. Теоретическая и математическая физика. Сборник задач в 2 ч. Часть 1 : учебное пособие / С. О. Гладков. - 3-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 241 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/492205> (дата обращения: 14.08.2022). - ISBN 978-5-534-00000-9 : 799.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=820437&idb=0>.

4. Гладков С. О. Теоретическая и математическая физика. Сборник задач в 2 ч. Часть 2 : учебное пособие / С. О. Гладков. - 3-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 253 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-00003-0. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=848150&idb=0>.

#### Дополнительная литература:

1. Йоос Георг. Lehrbuch der Theoretischen Physik in 2 t. Teil 1. Теоретическая физика в 2 ч. Часть 1 : - / Йоос Г. - Москва : Юрайт, 2020. - 445 с. - (Читаем в оригинале). - ISBN 978-5-534-06156-7 : 819.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=590084&idb=0>.

2. Йоос Георг. Lehrbuch der Theoretischen Physik in 2 t. Teil 2. Теоретическая физика в 2 ч. Часть 2 : - / Йоос Г. - Москва : Юрайт, 2020. - 359 с. - (Читаем в оригинале). - ISBN 978-5-534-06158-1 : 679.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=571414&idb=0>.

3. Ландау Лев Давидович. Теоретическая физика. Том 3. Квантовая механика (нерелятивистская теория) : Учебное пособие. - 6-е изд. - Москва : Издательская фирма "Физико-математическая литература" (ФИЗМАТЛИТ), 2016. - 800 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-9221-0530-9., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=741026&idb=0>.

4. Ландау Лев Давидович. Теоретическая физика. Том 8. Электродинамика сплошных сред : Учебное пособие. - 5-е изд. - Москва : Издательская фирма "Физико-математическая литература" (ФИЗМАТЛИТ), 2016. - 656 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-9221-1702-9., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=741032&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Лицензионное программное обеспечение: Операционная система Windows.

Лицензионное программное обеспечение: Microsoft Office.

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), платформа Elibrary: национальная информационно-аналитическая система. Адрес доступа: [http://elibrary.ru/project\\_risc.asp](http://elibrary.ru/project_risc.asp)

ГАРАНТ. Информационно-правовой портал [Электронный ресурс].— Адрес доступа: <http://www.garant.ru>

Свободно распространяемое программное обеспечение:

программное обеспечение LibreOffice;

программное обеспечение Yandex Browser;

программное обеспечение Paint.NET;

Электронные библиотечные системы и библиотеки:

Электронная библиотечная система "Лань" <https://e.lanbook.com/>

Электронная библиотечная система "Консультант студента" <http://www.studentlibrary.ru/>

Электронная библиотечная система "Юрайт" <http://www.urait.ru/ebs>

Электронная библиотечная система "Znanium" <http://znanium.com/>

Электронно-библиотечная система Университетская библиотека ONLINE <http://biblioclub.ru/>

Электронная библиотечная система "BOOK.RU" <http://www.book.ru/>

Фундаментальная библиотека ННГУ [www.lib.unn.ru/](http://www.lib.unn.ru/)

Сайт библиотеки Арзамасского филиала ННГУ. – Адрес доступа: [lib.arz.unn.ru](http://lib.arz.unn.ru)

Ресурс «Массовые открытые онлайн-курсы Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского»  
<https://moos.unn.ru/>

Портал «Современная цифровая образовательная среда Российской Федерации»  
<https://online.edu.ru/public/promo>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 44.03.05 - Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки).

Автор(ы): Курдин Денис Алексеевич, кандидат педагогических наук.

Рецензент(ы): Фролов Иван Валентинович, доктор педагогических наук.

Заведующий кафедрой: Нестерова Лариса Юрьевна, кандидат педагогических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 27.11.2024 г., протокол № №9.