

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Высшая школа общей и прикладной физики

---

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 10 от 02.12.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Теоретическая механика

---

Уровень высшего образования

Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность

03.03.02 - Физика

---

Направленность образовательной программы

Фундаментальная физика

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.11.01 Теоретическая механика относится к обязательной части 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
ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;	ОПК-1.1: Демонстрация способности применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.1: Знать основные виды уравнений механики (уравнения Ньютона, Лагранжа, Гамильтона) и их взаимосвязь, общие свойства одномерного движения и движения в центральном поле, уравнения движения классической заряженной частицы в электромагнитном поле, основные законы сохранения и их связь с симметрией механических систем, связь уравнений движения с принципом наименьшего действия, канонические преобразования, метод Гамильтона-Якоби интегрирования уравнений движения, связь переменных действие-угол и адиабатических инвариантов. Уметь пользоваться законами механики для решения задач о движении материальной точки и систем материальных точек. Владеть навыками решения задач, основанных на полученных в ходе освоения дисциплины знаниях.	Задачи	Зачёт с оценкой: Задачи Контрольные вопросы  Экзамен: Контрольные вопросы Задачи
ОПК-3: Способен понимать принципы работы	ОПК-3.1: Демонстрация способности понимать принципы работы	ОПК-3.1: Знать основные принципы работы современных	Задачи	Зачёт с оценкой: Задачи

современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.	современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	информационных технологий Уметь применять современные информационные технологии при решении задач профессиональной деятельности. Владеть навыками применения современных информационных технологий при решении задач профессиональной деятельности		Контрольные вопросы  Экзамен: Контрольные вопросы Задачи
--	---	--	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>7</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>252</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>64</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>64</b>
- КСР	<b>3</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>85</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>36</b> <b>Экзамен, Зачёт с оценкой</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/ лабора торные работы), часы	Всего	
	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
Тема 1. Обзор основных понятий и законов классической механики	26	8	8	16	10
Тема 2. Уравнения Лагранжа	26	8	8	16	10
Тема 3. Интегрирование уравнений движения систем с одной степенью свободы	27	8	8	16	11

Тема 4. Движение материальной точки в центральном поле и задача двух тел	28	8	8	16	12
Тема 5. Уравнения Гамильтона	28	8	8	16	12
Тема 6. Метод Гамильтона-Якоби	26	8	8	16	10
Тема 7. Интегральные инварианты механики	26	8	8	16	10
Тема 8. Динамика твердого тела	26	8	8	16	10
Аттестация	36				
КСР	3			3	
Итого	252	64	64	131	85

### Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Обзор основных понятий и законов классической механики

Тема 2. Уравнения Лагранжа

Тема 3. Интегрирование уравнений движения систем с одной степенью свободы

Тема 4. Движение материальной точки в центральном поле и задача двух тел

Тема 5. Уравнения Гамильтона

Тема 6. Метод Гамильтона-Якоби

Тема 7. Интегральные инварианты механики

Тема 8. Динамика твердого тела

### 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.

а) основная литература:

- 1) Ландау Л. Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: Учеб. пособ.: Для вузов. В 10 т. Т I. Механика. - 5-е изд., стереот. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 224 с. - ISBN 978-5-9221-0819-5  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108195.html>
- 2) Голдстейн Г. Классическая механика. 2-е изд. М.: Наука, 1975. - 415 с. (76 экз.)
- 3) Гантмахер Ф.Р. Лекции по аналитической механике: Учеб. пособие для вузов / Под ред. Е.С. Пятницкого. - 3-е изд., - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. - 264 с. - ISBN 978-5-9221-0067-0  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922100670.html>
- 4) Коткин Г.Л., Сербо В.Г. Сборник задач по классической механике. М.: Наука, 1969 г. - 240 с. (25 экз.)
- 5) Пятницкий Е.С., Трухан Н.М., Ханукаев Ю.И., Яковенко Г.Н. Сборник задач по аналитической механике: Учеб. пособие: Для вузов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 400 с.  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN592210182.html>

б) дополнительная литература:

- 1) Арнольд В.И. Математические методы классической механики. М.: Наука, 1989. - 400 с.

(2 экз.)

- 2) Ольховский И.И. Курс теоретической механики для физиков. М.: Изд-во МГУ, 1974. - 569 с. (17 экз.)
- 3) Айзерман М.А. Классическая механика М.: Наука, 1980. - 367 с. (27 экз.)

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

- 1) <http://alexandr4784.narod.ru/tf.html>
- 2) <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics.htm>
- 3) <http://www.teor-meh.ru/>

## **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 - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:**

Решите задачи. Запишите решение и ответ.

1. Найти изменение периода движения частицы, вызванное добавлением к полю  $U(x)$  малой добавки  $\delta U(x)$

$$U(x) = \frac{m\omega^2 x^2}{2}, \quad \delta U(x) = \frac{m\beta x^4}{4}$$

Ответ:

2. Частица движется в поле

$$U(x) = \frac{U_0}{\operatorname{ch}^2 \alpha x}$$

с энергией  $E > U_0$ . Найти время задержки частицы при движении от  $x = -\infty$  до  $x = +\infty$  по сравнению с временем свободного движения с той же энергией.

Ответ:

3. Определить закон движения частицы в поле  $U(x) = U_0 \operatorname{tg}^2 \alpha x$

Ответ:

#### **5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-3:**

Решите задачи. Запишите решение и ответ.

1. Составить уравнение Гамильтона-Якоби и найти его полный интеграл в квадратурах для системы, заданной гамильтонианом

$$H = p_1^2 + q_1^2 + \frac{p_2^2 + p_3^2}{q_2^2 + q_3^2}.$$

Ответ:

2. Составить уравнение Гамильтона-Якоби и найти его полный интеграл в квадратурах для системы, заданной гамильтонианом

$$H = \frac{p_1^2}{q_1^2} + \frac{1}{q_1^2} \left( \frac{p_2^2}{q_2^2} + \frac{p_3^2}{q_2^2 q_3^2} \right).$$

Ответ:

3. Составить уравнение Гамильтона-Якоби и найти его полный интеграл в квадратурах для системы, заданной гамильтонианом

$$H = \frac{1}{2} \left[ \frac{p_1^2 + p_2^2}{q_1 - q_2} + \left( p_3^2 + \frac{1}{q_3^2} \right) (q_1 + q_2) \right].$$

Ответ:

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.

Оценка	Критерии оценивания
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

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

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	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 . Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки и. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в

	ответа		Выполнены все задания, но не в полном объеме	ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 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 - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

Решите задачи. Запишите решение и ответ.



1. Найти изменение периода движения частицы, вызванное добавлением к полю  $U(x)$  малой добавки  $\delta U(x)$

$$U(x) = \frac{m\omega^2 x^2}{2}, \quad \delta U(x) = \frac{m\beta x^4}{4}$$

Ответ:

2. Частица движется в поле

$$U(x) = \frac{U_0}{\operatorname{ch}^2 \alpha x}$$

с энергией  $E > U_0$ . Найти время задержки частицы при движении от  $x = -\infty$  до  $x = +\infty$  по сравнению с временем свободного движения с той же энергией.

Ответ:

3. Определить закон движения частицы в поле  $U(x) = U_0 \operatorname{tg}^2 \alpha x$

Ответ:

### 5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-3

Решите задачи. Запишите решение и ответ.

1. Составить уравнение Гамильтона-Якоби и найти его полный интеграл в квадратурах для системы, заданной гамильтонианом

$$H = p_1^2 + q_1^2 + \frac{p_2^2 + p_3^2}{q_2^2 + q_3^2}.$$

Ответ:

2. Составить уравнение Гамильтона-Якоби и найти его полный интеграл в квадратурах для системы, заданной гамильтонианом

$$H = \frac{p_1^2}{q_1^2} + \frac{1}{q_1^2} \left( \frac{p_2^2}{q_2^2} + \frac{p_3^2}{q_2^2 q_3^2} \right).$$

Ответ:

3. Составить уравнение Гамильтона-Якоби и найти его полный интеграл в квадратурах для системы, заданной гамильтонианом

$$H = \frac{1}{2} \left[ \frac{p_1^2 + p_2^2}{q_1 - q_2} + \left( p_3^2 + \frac{1}{q_3^2} \right) (q_1 + q_2) \right].$$

Ответ:

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи.

Оценка	Критерии оценивания
	Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

### 5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

Решите задачи. Запишите решение и ответ.

1. Найти изменение периода движения частицы, вызванное добавлением к полю  $U(x)$  малой добавки  $\delta U(x)$

$$U(x) = \frac{m\omega^2 x^2}{2}, \quad \delta U(x) = \frac{m\beta x^4}{4}$$

Ответ:

2. Частица движется в поле

$$U(x) = \frac{U_0}{\operatorname{ch}^2 \alpha x}$$

с энергией  $E > U_0$ . Найти время задержки частицы при движении от  $x = -\infty$  до  $x = +\infty$  по сравнению с временем свободного движения с той же энергией.

Ответ:

3. Определить закон движения частицы в поле  $U(x) = U_0 \operatorname{tg}^2 \alpha x$

Ответ:

### 5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-3

Решите задачи. Запишите решение и ответ.

1. Составить уравнение Гамильтона-Якоби и найти его полный интеграл в квадратурах для системы, заданной гамильтонианом

$$H = p_1^2 + q_1^2 + \frac{p_2^2 + p_3^2}{q_2^2 + q_3^2}.$$

Ответ:

2. Составить уравнение Гамильтона-Якоби и найти его полный интеграл в квадратурах для системы, заданной гамильтонианом

$$H = \frac{p_1^2}{q_1^2} + \frac{1}{q_1^2} \left( \frac{p_2^2}{q_2^2} + \frac{p_3^2}{q_2^2 q_3^2} \right).$$

Ответ:

3. Составить уравнение Гамильтона-Якоби и найти его полный интеграл в квадратурах для системы, заданной гамильтонианом

$$H = \frac{1}{2} \left[ \frac{p_1^2 + p_2^2}{q_1 - q_2} + \left( p_3^2 + \frac{1}{q_3^2} \right) (q_1 + q_2) \right].$$

Ответ:

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи.

Оценка	Критерии оценивания
	Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

### 5.3.5 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

- 1) Законы сохранения в механике Ньютона.
- 2) Теорема о вириале в механике Ньютона.

- 3) Связи. Основная задача механики для систем с идеальными голономными связями. Уравнения Лагранжа первого рода.
- 4) Принцип Д'Аламбера-Лагранжа. Вывод уравнений Лагранжа для независимых обобщенных координат.
- 5) Обобщенно-потенциальные силы. Функция Лагранжа для заряженной частицы в заданном электромагнитном поле.
- 6) Законы сохранения обобщенного импульса и обобщенной энергии в механике Лагранжа.
- 7) Линейные колебания в Лагранжевых системах. Собственные частоты, нормальные колебания и нормальные координаты систем с несколькими степенями свободы.
- 8) Вариационный принцип для уравнений Лагранжа и Гамильтона.
- 9) Симметрия механических систем и законы сохранения. Теорема Нетер.
- 10) Интегрирование уравнений одномерного движения консервативных систем и при наличии диссипативных сил. Фазовая плоскость.
- 11) Периодическое движение в одномерных консервативных системах. Связь периода колебаний с формой потенциала. Возмущение периода колебаний.
- 12) Задача двух тел. Интегрирование уравнений движения материальной точки в центральном поле. Виды траекторий.
- 13) Траектории частиц в поле с притягивающим и отталкивающим кулоновским потенциалом. Период обращения по замкнутой орбите. Законы Кеплера.
- 14) Рассеяние частиц в центральном поле. Рассеяние на малые углы.
- 15) Дифференциальное, транспортное и полное сечения рассеяния частиц в центральном поле. Формула Резерфорда.
- 16) Уравнения Гамильтона, их вывод из уравнений Лагранжа и из вариационного принципа.
- 17) Циклические координаты и законы сохранения в уравнениях Гамильтона. Скобки Пуассона и их свойства.
- 18) Канонические преобразования. Производящие функции. Бесконечно малые канонические преобразования.
- 19) Необходимые и достаточные условия канонических преобразований.
- 20) Метод Гамильтона-Якоби интегрирования уравнений движения. Метод разделения переменных.
- 21) Условно-периодическое движение в гамильтоновых системах. Переменные «действие-угол». Вырождение движения. Либрации и вращение.
- 22) Адиабатические инварианты.

- 23) Интегральные инварианты в механике Гамильтона.
- 24) Независимые координаты твердого тела. Функция Лагранжа абсолютно твердого тела с закрепленной точкой.
- 25) Симметричный волчок с закрепленной точкой в поле силы тяжести.
- 26) Уравнения Эйлера. Свободное движение твердого тела.

### **5.3.6 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-3**

- 1) Законы сохранения в механике Ньютона.
- 2) Теорема о вириале в механике Ньютона.
- 3) Связи. Основная задача механики для систем с идеальными голономными связями. Уравнения Лагранжа первого рода.
- 4) Принцип Д'Аламбера-Лагранжа. Вывод уравнений Лагранжа для независимых обобщенных координат.
- 5) Обобщенно-потенциальные силы. Функция Лагранжа для заряженной частицы в заданном электромагнитном поле.
- 6) Законы сохранения обобщенного импульса и обобщенной энергии в механике Лагранжа.
- 7) Линейные колебания в Лагранжевых системах. Собственные частоты, нормальные колебания и нормальные координаты систем с несколькими степенями свободы.
- 8) Вариационный принцип для уравнений Лагранжа и Гамильтона.
- 9) Симметрия механических систем и законы сохранения. Теорема Нетер.
- 10) Интегрирование уравнений одномерного движения консервативных систем и при наличии диссипативных сил. Фазовая плоскость.
- 11) Периодическое движение в одномерных консервативных системах. Связь периода колебаний с формой потенциала. Возмущение периода колебаний.
- 12) Задача двух тел. Интегрирование уравнений движения материальной точки в центральном поле. Виды траекторий.
- 13) Траектории частиц в поле с притягивающим и отталкивающим кулоновским потенциалом. Период обращения по замкнутой орбите. Законы Кеплера.
- 14) Рассеяние частиц в центральном поле. Рассеяние на малые углы.
- 15) Дифференциальное, транспортное и полное сечения рассеяния частиц в центральном поле. Формула Резерфорда.

- 16) Уравнения Гамильтона, их вывод из уравнений Лагранжа и из вариационного принципа.
- 17) Циклические координаты и законы сохранения в уравнениях Гамильтона. Скобки Пуассона и их свойства.
- 18) Канонические преобразования. Производящие функции. Бесконечно малые канонические преобразования.
- 19) Необходимые и достаточные условия канонических преобразований.
- 20) Метод Гамильтона-Якоби интегрирования уравнений движения. Метод разделения переменных.
- 21) Условно-периодическое движение в гамильтоновых системах. Переменные «действие-угол». Вырождение движения. Либрации и вращение.
- 22) Адиабатические инварианты.
- 23) Интегральные инварианты в механике Гамильтона.
- 24) Независимые координаты твердого тела. Функция Лагранжа абсолютно твердого тела с закрепленной точкой.
- 25) Симметричный волчок с закрепленной точкой в поле силы тяжести.
- 26) Уравнения Эйлера. Свободное движение твердого тела.

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

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все

Оценка	Критерии оценивания
	задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

### 5.3.7 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

- 1) Законы сохранения в механике Ньютона.
- 2) Теорема о вириале в механике Ньютона.
- 3) Связи. Основная задача механики для систем с идеальными голономными связями. Уравнения Лагранжа первого рода.
- 4) Принцип Д'Аламбера-Лагранжа. Вывод уравнений Лагранжа для независимых обобщенных координат.
- 5) Обобщенно-потенциальные силы. Функция Лагранжа для заряженной частицы в заданном электромагнитном поле.
- 6) Законы сохранения обобщенного импульса и обобщенной энергии в механике Лагранжа.
- 7) Линейные колебания в Лагранжевых системах. Собственные частоты, нормальные колебания и нормальные координаты систем с несколькими степенями свободы.
- 8) Вариационный принцип для уравнений Лагранжа и Гамильтона.
- 9) Симметрия механических систем и законы сохранения. Теорема Нетер.



- 10) Интегрирование уравнений одномерного движения консервативных систем и при наличии диссипативных сил. Фазовая плоскость.
- 11) Периодическое движение в одномерных консервативных системах. Связь периода колебаний с формой потенциала. Возмущение периода колебаний.
- 12) Задача двух тел. Интегрирование уравнений движения материальной точки в центральном поле. Виды траекторий.
- 13) Траектории частиц в поле с притягивающим и отталкивающим кулоновским потенциалом. Период обращения по замкнутой орбите. Законы Кеплера.
- 14) Рассеяние частиц в центральном поле. Рассеяние на малые углы.
- 15) Дифференциальное, транспортное и полное сечения рассеяния частиц в центральном поле. Формула Резерфорда.
- 16) Уравнения Гамильтона, их вывод из уравнений Лагранжа и из вариационного принципа.
- 17) Циклические координаты и законы сохранения в уравнениях Гамильтона. Скобки Пуассона и их свойства.
- 18) Канонические преобразования. Производящие функции. Бесконечно малые канонические преобразования.
- 19) Необходимые и достаточные условия канонических преобразований.
- 20) Метод Гамильтона-Якоби интегрирования уравнений движения. Метод разделения переменных.
- 21) Условно-периодическое движение в гамильтоновых системах. Переменные «действие-угол». Вырождение движения. Либрации и вращение.
- 22) Адиабатические инварианты.
- 23) Интегральные инварианты в механике Гамильтона.
- 24) Независимые координаты твердого тела. Функция Лагранжа абсолютно твердого тела с закрепленной точкой.
- 25) Симметричный волчок с закрепленной точкой в поле силы тяжести.
- 26) Уравнения Эйлера. Свободное движение твердого тела.

### **5.3.8 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-3**

- 1) Законы сохранения в механике Ньютона.
- 2) Теорема о вириале в механике Ньютона.

- 3) Связи. Основная задача механики для систем с идеальными голономными связями. Уравнения Лагранжа первого рода.
- 4) Принцип Д'Аламбера-Лагранжа. Вывод уравнений Лагранжа для независимых обобщенных координат.
- 5) Обобщенно-потенциальные силы. Функция Лагранжа для заряженной частицы в заданном электромагнитном поле.
- 6) Законы сохранения обобщенного импульса и обобщенной энергии в механике Лагранжа.
- 7) Линейные колебания в Лагранжевых системах. Собственные частоты, нормальные колебания и нормальные координаты систем с несколькими степенями свободы.
- 8) Вариационный принцип для уравнений Лагранжа и Гамильтона.
- 9) Симметрия механических систем и законы сохранения. Теорема Нетер.
- 10) Интегрирование уравнений одномерного движения консервативных систем и при наличии диссипативных сил. Фазовая плоскость.
- 11) Периодическое движение в одномерных консервативных системах. Связь периода колебаний с формой потенциала. Возмущение периода колебаний.
- 12) Задача двух тел. Интегрирование уравнений движения материальной точки в центральном поле. Виды траекторий.
- 13) Траектории частиц в поле с притягивающим и отталкивающим кулоновским потенциалом. Период обращения по замкнутой орбите. Законы Кеплера.
- 14) Рассеяние частиц в центральном поле. Рассеяние на малые углы.
- 15) Дифференциальное, транспортное и полное сечения рассеяния частиц в центральном поле. Формула Резерфорда.
- 16) Уравнения Гамильтона, их вывод из уравнений Лагранжа и из вариационного принципа.
- 17) Циклические координаты и законы сохранения в уравнениях Гамильтона. Скобки Пуассона и их свойства.
- 18) Канонические преобразования. Производящие функции. Бесконечно малые канонические преобразования.
- 19) Необходимые и достаточные условия канонических преобразований.
- 20) Метод Гамильтона-Якоби интегрирования уравнений движения. Метод разделения переменных.
- 21) Условно-периодическое движение в гамильтоновых системах. Переменные «действие-угол». Вырождение движения. Либрации и вращение.
- 22) Адиабатические инварианты.

- 23) Интегральные инварианты в механике Гамильтона.
- 24) Независимые координаты твердого тела. Функция Лагранжа абсолютно твердого тела с закрепленной точкой.
- 25) Симметричный волчок с закрепленной точкой в поле силы тяжести.
- 26) Уравнения Эйлера. Свободное движение твердого тела.

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

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие

Оценка	Критерии оценивания
	отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

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

Основная литература:

1. Ландау Лев Давидович. Теоретическая физика : учеб. пособие для студентов физ. специальностей ун-тов : в 10 т. Т. 1. Механика / под ред. Л. П. Питаевского. - Изд. 5-е, стер. - М. : Физматлит, 2007. - 224 с. - ISBN 978-5-9221-0819-5 : 217.58., 3 экз.
2. Голдстейн Герберт. Классическая механика. - 2-е изд. - М. : Наука, 1975. - 415 с. : с черт. - 2.02., 68 экз.
3. Гантмахер Феликс Рувимович. Лекции по аналитической механике : [учеб. пособие для вузов] / под ред. Е. С. Пятницкого. - 3-е изд. - М. : Физматлит, 2001. - 264 с. - ISBN 5-9221-0067-X : 112.39., 1 экз.
4. Коткин Г. Л. Сборник задач по классической механике : [для физ. специальностей ун-тов]. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Наука, 1977. - 319 с. : ил. - 0.70., 105 экз.
5. Сборник задач по аналитической механике : [для вузов] . - М. : Наука, 1980. - 320 с. : ил. - 1.10., 355 экз.

Дополнительная литература:

1. Арнольд В. И. Математические методы классической механики : [учеб. пособие для мех.-мат. специальностей ун-тов]. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1989. - 472 с. : ил. - ISBN 5-02-014282-4 : 13.00., 2 экз.
2. Ольховский И. И. Курс теоретической механики для физиков : [учеб. для вузов по специальности "Физика"]. - 3-е изд., доп. и перераб. - М. : Изд-во МГУ, 1978. - 574 с. : ил. - 1.30., 1 экз.
3. Айзерман М. А. Классическая механика : [учеб. пособие для вузов]. - 2-е изд., перераб. - М. : Наука, 1980. - 367 с. : ил. - 1.00., 27 экз.

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

- 1) <http://alexandr4784.narod.ru/tf.html>
- 2) <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics.htm>
- 3) <http://www.teor-meh.ru/>

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

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

оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: для проведения лекций и практических занятий требуется типовое оборудование лекционной аудитории. Для подготовки самостоятельных контрольных работ и для их графического представления (если это необходимо), а также для расширения коммуникационных возможностей студенты имеют возможность работать в компьютерных классах с соответствующим лицензионным программным обеспечением и выходом в Интернет. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

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 ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 03.03.02 - Физика.

Автор(ы): Шалашов Александр Геннадиевич, доктор физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Викторov Михаил Евгеньевич, кандидат физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 31.01.2025, протокол № 2.