

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

**Физический факультет**

(факультет / институт / филиал)

**УТВЕРЖДЕНО**  
решением Ученого совета ННГУ  
протокол от  
«31» мая 2023 г. №6

## **Рабочая программа дисциплины**

**Механика**

(наименование дисциплины (модуля))

**Уровень высшего образования**

**бакалавриат**

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

**Направление подготовки / специальность**

**03.03.02 Физика**

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

**Направленность образовательной программы**

**Кристаллофизика**

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

**Квалификация (степень)**

**бакалавр**

(бакалавр / магистр / специалист)

**Форма обучения**

**Очная**

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород – 2022

## 1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Механика» относится к базовой части, является обязательным для освоения, преподается на 1 году обучения, в 1,2 семестрах.

**Цели освоения дисциплины.** главной целью дисциплины «Механика» является создание фундаментальной базы знаний о явлениях, законах, понятиях известных и принятых в механике материальной точки и систем материальных точек в настоящий момент, элементах гидродинамики и механике твердого тела. Дисциплины «Механика» является базой, на основе которой в дальнейшем можно развивать более углубленное и детализированное изучение механики, термодинамики, электродинамики, оптики, атомной и ядерной физики в рамках цикла курсов по теоретической физике и специализированных курсов. Для усвоения данного курса необходимо знание основных физических законов и явлений в объеме школьного курса физики.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	(ОПК-1) <b>Знать</b> фундаментальные понятия, законы и модели механики. (ОПК-1) <b>Уметь</b> применять законы и модели механики для решения профессиональных задач. (ОПК-1) <b>Владеть</b> навыками решения задач, основываясь на знаниях, полученных в ходе освоения дисциплины.

## 3. Структура и содержание дисциплины «Механика»

Объем дисциплины составляет зачетных единицы, всего 144 часа, из которых 82 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (48 часов занятия лекционного типа, 32 часа занятия семинарского типа, в том числе 45 часов мероприятия текущего контроля успеваемости), 17 часов составляет самостоятельная работа обучающегося, 2 часа – мероприятия контроля промежуточной успеваемости (зачеты и экзамены).

---

Содержание дисциплины «Механика»

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
«Механика материальной точки»						
Вводный курс.	2	1	-	–	1	1
Кинематика материальной точки.	11	5	4	–	9	2
Динамика материальной точки.	8	4	3	–	7	1
Колебательное движение.	3	1	1	–	2	1
Движение заряженных тел в электромагнитных полях.	8	5	2	–	7	1
Движение при наличие трения.	5	3	1	–	4	1
Упругие деформации.	6	3	1	–	4	2
Законы сохранения.	13	7	5	–	12	1
Неинерциальные системы отсчета.	7	3	2	–	5	2
Элементы специальной теории относительности.	11	5	4	–	9	2
«Механика сплошных сред»						
Кинематика твердого тела.	5	2	2	–	4	1
Динамика твердого тела.	10	5	4	–	9	1
Механика жидкостей и газов.		4	3	–	7	1
В т.ч. текущий контроль	2					
Промежуточная аттестация – экзамен (45 часов)						

**Содержание разделов модуля.**

**Раздел «Механика материальной точки и систем материальных точек»**

1. Вводный курс. Предмет и методы физического исследования. Модель. Физические величины и их измерение. Системы единиц. Пространство и время, их основные свойства. Системы отсчета.
2. Кинематика материальной точки. Координатный и векторный способы описания кинематики материальной точки. Естественный способ описания движения. Угловые характеристики движения: угловая скорость, угловое ускорение как векторы. Описание движения материальной точки в полярных координатах.
3. Динамика материальной точки. Законы Ньютона. Сила. Измерение сил. Инертная масса. Измерение массы. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея. Фундаментальные взаимодействия. Электромагнитное и гравитационное взаимодействия.
4. Колебательное движение. Гармонический осциллятор. Амплитуда, частота, фаза. Фазовая скорость и фазовая траектория. Затухающие колебания. Характеристики затухающих колебаний.
5. Движение заряженных тел в электромагнитных полях. Сила Лоренца. Движение

- заряженных частиц в электрическом и магнитных полях.
6. Движение при наличии трения. Сухое и вязкое трение. Явления застоя и заноса. Движение при наличии сил вязкого трения.
  7. Упругие деформации. Упругие взаимодействия. Деформации. Виды деформаций. Деформации растяжения. Закон Гука. Коэффициент Пуассона. Деформация сдвига. Модуль сдвига.
  8. Законы сохранения. Импульс. Закон изменения и сохранения импульса материальной точки. Закон изменения и сохранения импульса системы материальных точек. Центр масс. Теорема движения центра масс. Движение тела переменной массы. Уравнение Мещерского. Формула Циолковского. Момент силы и момент импульса относительно неподвижной точки. Уравнение моментов. Уравнение моментов системы материальных точек. Момент силы и момент импульса относительно неподвижной оси. Уравнение моментов для вращательного движения относительно неподвижной оси. Законы Кеплера. Теорема площадей. Работа. Энергия. Работа сил тяготения и упругих сил. Потенциальные поля. Потенциальная энергия. Связь между силой и потенциальной энергией. Кинетическая энергия. Законы сохранения и изменения механической энергии частицы. Полная механическая энергия системы материальных точек. Законы изменения и сохранения полной механической энергии материальной точки. Принцип относительности Галилея и законы сохранения. Уравнение моментов относительно движущегося начала. Соударения. Абсолютно неупругий удар двух частиц. Абсолютно упругий удар двух частиц.
  9. Неинерциальные системы отсчета. Неинерциальные системы отсчета. Преобразования скоростей и ускорений. Силы инерции. Законы сохранения в неинерциальных системах отсчета. Влияние движения Земли на движение тел в земной системе отсчета.
  10. Элементы специальной теории относительности. Постулаты теории относительности. Экспериментальные доказательства постоянства скорости света. Преобразования Лоренца. Релятивистские формулы преобразования скоростей. Относительность одновременности. Сокращение длины. Замедление времени. Пространственно-временной интервал. Релятивистское уравнение движения. Релятивистские импульс и масса. Связь массы покоя и энергии. Связь релятивистского импульса и энергии. Фотон как частица с нулевой массой покоя.

### ***Раздел «Механика сплошных сред»***

1. Кинематика твердого тела. Твердое тело. Виды движения твердого тела. Степени свободы. Связь между линейными и угловыми характеристиками движения твердого тела. Плоское движение твердого тела. Мгновенные оси вращения. Центр масс и момент инерции твердого тела относительно центра масс. Теорема Штейнера-Гюйгенса.
2. Динамика твердого тела. Уравнение моментов для твердого тела, вращающегося относительно неподвижной оси. Плоское движение твердого тела. Кинетическая энергия твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси и совершающего плоское движение. Теорема Кенига. Условие равновесия твердого тела. Трение качения. Свободные оси вращения. Главные оси инерции. Тензор и эллипсоид инерции. Момент импульса твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Приближенная теория гироскопов.
3. Механика жидкостей и газов. Распределение давления в покоящейся несжимаемой жидкости в поле силы тяжести. Закон Архимеда. Барометрическая формула. Уравнение Бернулли для стационарного потока идеальной несжимаемой жидкости. Изменение давления в направлении перпендикулярном линии тока. Вязкость. Стационарное течение вязкой жидкости по прямолинейной трубе. Формула Пуазейля. Распределение скоростей в вязкой жидкости между двумя вращающимися цилиндрами. Действие потока жидкости или газа на тело. Коэффициент лобового сопротивления. Число Рейнольдса. Подъемная сила крыла самолета. Обтекание крыла жидкостью.

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

Самостоятельная работа студентов предусматривает выполнение домашних заданий, решение задач, изучение рекомендованной литературы и подготовку к зачетам и экзаменам. Оценочные средства для контроля текущей успеваемости включают в себя устный опрос на практических занятиях, в процессе лекций, активность в обсуждении качественных вопросов. Для контроля промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Механика» используются вопросы задачи по нижеприведенным темам.

##### **Вопросы для контроля.**

###### ***Раздел «Механика»***

1. Закон движения.
2. Уравнение движения.
3. Уравнение траектории.
4. Понятия скорости, ускорения, пути.
5. Нормальное и тангенциальное ускорения.
6. Определения угловой скорости, углового ускорения.
7. Закон Галилея преобразования скоростей.
8. Закон Галилея преобразования ускорений.
9. Первый закон Ньютона.
10. Второй закон Ньютона.
11. Третий закон Ньютона.
12. Закон всемирного тяготения.
13. Закон Гука.
14. Закон Амонтона-Кулона.
15. Выражения для сил вязкого трения.
16. Импульс материальной точки.
17. Импульс силы.
18. Замкнутая система материальных точек.
19. Закон сохранения импульса материальной точки.
20. Закон сохранения импульса систем материальных точек.
21. Центр масс.
22. Теорема о движении центра масс.
23. Уравнение Мещерского.
24. Формула Циолковского.
25. Момент импульса материальной точки относительно неподвижного начала.
26. Момент силы относительно неподвижного начала.
27. Момент силы относительно неподвижной оси.
28. Момент импульса материальной точки относительно неподвижной оси.
29. Уравнение моментов относительно неподвижной оси.
30. Законы изменения и сохранения момент импульса материальной точки.
31. Работа силы.
32. Консервативные силы.
33. Потенциальная энергия точки.
34. Связь между силой и потенциальной энергией.
35. Полная механическая энергия материальной точки.
36. Законы изменения и сохранения полной механической энергии материальной точки.
37. Полная механическая энергия системы материальных точек.
38. Консервативные системы.
39. Законы изменения и сохранения полной механической энергии системы материальных точек.

40. Абсолютно упругий удар.
41. Абсолютно неупругий удар.
42. Переносная сила инерции.
43. Центробежная сила инерции.
44. Сила Кориолиса.
45. Закон сохранения импульса в неинерциальной системе отсчета.
46. Закон сохранения момента импульса в неинерциальной системе отсчета.
47. Закон сохранения энергии в неинерциальной системе отсчета.
48. Принцип эквивалентности Эйнштейна.
49. Первый постулат теории относительности.
50. Второй постулат теории относительности.
51. Прямые преобразования Лоренца.
52. Обратное преобразования Лоренца.
53. Собственная длина.
54. Собственное время.
55. Событие.
56. Пространственно-временной интервал.
57. Свето-подобный интервал.
58. пространственно-подобный интервал.
59. Релятивистский импульс.
60. Релятивистская масса.
61. Связь массы покоя и энергии.
62. Твердое тело. Степени свободы твердого тела.
63. Связь между линейными и угловыми характеристиками движения твердого тела.
64. Мгновенные оси вращения.
65. Центр масс и момент инерции твердого тела относительно центра масс.
66. Теорема Штейнера-Гюйгенса.
67. Уравнение моментов для твердого тела, вращающегося относительно неподвижной оси.
68. Кинетическая энергия твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси
69. Кинетическая энергия твердого тела, совершающего плоское движение.
70. Теорема Кенига.
71. Условия равновесия твердого тела.
72. Трение качения.
73. Свободные оси вращения. Главные оси инерции.
74. Момент импульса твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси.
75. Гироскопы. Уравнение движения гироскопа.
76. Закон Архимеда.
77. Барометрическая формула.
78. Уравнение Бернулли для стационарного потока идеальной несжимаемой жидкости.
79. Вязкость. Формула Пуазейля.
80. Коэффициент лобового сопротивления. Число Рейнольдса.

## **5. Образовательные технологии**

- 1) Чтение лекций;
- 2) сопровождение лекций написанием и выводом формул, построением графиков, изображением рисунков на доске;
- 3) методика «вопросы и ответы»;
- 4) выполнение практического задания у доски;
- 5) индивидуальная работа над практическим заданием;
- 6) работа в парах над практическим заданием;
- 7) работа в малых группах над практическим заданием;

## **6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине**

Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

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

(ОПК-1) **Знать** фундаментальные понятия, законы и модели механики.

(ОПК-1) **Уметь** применять законы и модели механики для решения профессиональных задач.

(ОПК-1) **Владеть** навыками решения задач, основываясь на знаниях, полученных в ходе освоения дисциплины.

### **6.1 Описание шкал оценивания**

#### **Критерии оценок экзамена:**

Оценка *отлично* – исчерпывающее владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, твёрдое знание основных положений дисциплины, умение применять концептуальный аппарат при анализе актуальных проблем. Логически последовательные, содержательные, конкретные ответы на все вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, свободное владение источниками. Практическая часть курса успешно выполнена.

Оценка *хорошо* – достаточно полные знания программного материала, правильное понимание сути вопросов, знание определений, умение формулировать тезисы и аргументы. Ответы последовательные и в целом правильные, хотя допускаются неточности, поверхностное знакомство с отдельными теориями и фактами, достаточно формальное отношение к рекомендованным для подготовки материалам. Практическая часть курса успешно выполнена.

Оценка *удовлетворительно* – фрагментарные знания, расплывчатые представления о предмете. Ответ содержит как правильные утверждения, так и ошибки, возможно, грубые. Испытуемый плохо ориентируется в учебном материале, не может устранить неточности в своем ответе даже после наводящих вопросов. Практическая часть курса успешно выполнена.

Оценка *неудовлетворительно* – отсутствие ответа хотя бы на один из основных вопросов, либо грубые ошибки в ответах, полное непонимание смысла проблем, не достаточно полное владение терминологией. Практическая часть курса не выполнена или выполнена не в полном объеме.

### **6.2 Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:**

- индивидуальное собеседование,
- письменные ответы на вопросы.

### **6.3 Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:** практические контрольные задания. Типы практических контрольных заданий:

- установление последовательности (описать алгоритм выполнения действия),
- указать возможное влияние факторов на последствия реализации умения и т.д.

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции. (В приложении)

### **6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания. (В приложении)**

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Механика»**

### **а) основная литература:**

1. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности. М.: Высшая школа, 1976.

- <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=239865>
2. Стрелков, С.П. Механика [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2005. — 560 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/589>
  3. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.1. Механика. М.: Наука, 1989.  
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=465658>
  4. Сборник задач по общему курсу физики. В 5 кн. Кн. I. Механика [Электронный ресурс] / Стрелков С.П., Сивухин Д.В., Угаров В.А., Яковлев И.А.; Под ред. И.А. Яковлева. - 5-е изд. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922106023.html>
  5. Иродов, И.Е. Задачи по общей физике [Электронный ресурс] : учеб. пособие Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. 416 с. <https://e.lanbook.com/book/71750>
  6. Общий физический практикум. Механика: [учеб. пособие для физ. специальностей ун-тов]. - М.: Изд-во МГУ, 1991. - 269, [1] с.  
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=10248>
  7. Иверонова В.И. (ред.) Физический практикум. Механика и молекулярная физика (2-е изд.). М.: Наука, 1967 <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Iveronova1967ru.djvu>
  8. Фаддеев М. А. - Элементарная обработка результатов эксперимента: учеб. пособие. - Н. Новгород: Изд-во Нижегород. гос. ун-та, 2004. - 120 с.  
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=467611&DB=1>

б) дополнительная литература:

#### **Раздел «Механика»**

1. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. М.: Мир, 1965- 1967. Том 1. Современная наука о природе. Законы механики.  
[http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/FejnmanLejtonSends\\_t1\\_1965ru.djvu](http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/FejnmanLejtonSends_t1_1965ru.djvu)
2. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. М.: Мир, 1965- 1967. Том 2. Пространство, время, движение.  
[http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/FejnmanLejtonSends\\_t2\\_1965ru.djvu](http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/FejnmanLejtonSends_t2_1965ru.djvu)
3. Хайкин С.Э. Физические основы механики. М.: Наука, 1971.  
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=240273>

#### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Механика»**

помещения для проведения занятий: лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования и помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

Авторы: доценты кафедры КРЭФ Зайцева Е.В., Каткова М.Р., Марычев М.О.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ **Е.В. Чупрунов**

Рецензент

Зам. декана по учебной работе

О.В. Белова

Программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии физического факультета ННГУ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 года, протокол № б/н



Председатель  
Учебно-методической комиссии  
физического факультета ННГУ

\_\_\_\_\_ / Перов А.А. /

# Приложение 1

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

Планируемые результаты обучения*(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<b>ЗНАТЬ</b> фундаментальные понятия, законы и модели классической физики.	Отсутствие знаний	Фрагментарное знание фундаментальных понятий, законов и моделей классической физики.	В целом успешное знание фундаментальных понятий, законов и моделей классической физики	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание фундаментальных понятий, законов и моделей классической физики	Успешное и систематическое знание фундаментальных понятий, законов и моделей классической физики
<b>УМЕТЬ:</b> применять законы классической физики для анализа процессов, происходящих в различных физических процессах.	Отсутствие умений	Частично освоенное умение применять законы классической физики для анализа процессов, происходящих в различных физических процессах.	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение применять законы классической физики для анализа процессов, происходящих в различных физических процессах	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять законы классической физики для анализа процессов, происходящих в различных физических процессах	Сформированное умение применять законы классической физики для анализа процессов, происходящих в различных физических процессах
<b>ВЛАДЕТЬ:</b> навыками решения задач, основываясь на знаниях, полученных в ходе освоения модуля.	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков решения задач, основываясь на знаниях, полученных в ходе освоения модуля.	В целом успешное, но не систематическое применение навыков решения задач, основываясь на знаниях, полученных в ходе освоения модуля	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков решения задач, основываясь на знаниях, полученных в ходе освоения модуля	Успешное и систематическое применение навыков решения задач, основываясь на знаниях, полученных в ходе освоения модуля