

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 № 13 от 30.11.2022 г.

## **Рабочая программа дисциплины**

### **Общий физический практикум (механика)**

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Направленность образовательной программы

Материалы микро- и наносистемной техники

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Общий физический практикум (механика)» относится к базовой части, является обязательным для освоения, преподается на 1 году обучения, в 1,2 семестрах.

### Цели освоения дисциплины.

главной целью дисциплины «Общий физический практикум (механика)» является приобретение практических навыков исследований с применением законов механики материальной точки и систем материальных точек, гидродинамики и механики твердого тела. 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 (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 решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общетеоретических знаний, методов математического анализа и моделирования	ОПК 1.1 Знает фундаментальные законы физики и математики, методы математического анализа и моделирования ОПК 1.2 Умеет решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общетеоретических знаний ОПК 1.3 Иметь навыки применения физических законов и математических методов для решения задач профессиональной деятельности теоретического и прикладного характера	Знать: фундаментальные законы механики Уметь: решать задачи деятельности на основе применения фундаментальных законов механики Владеть: навыками применения законов механики для решения задач профессиональной деятельности прикладного характера	Допуск к лабораторным работам	Зачет отчеты
ОПК-3 Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК 3.1 Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации ОПК 3.2 Умеет выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования ОПК 3.3 Владеет способами обработки и представления полученных данных и оценки	Знать основные методы и средства проведения экспериментальных исследований с использованием законов механики Уметь выбирать способы и средства измерений в механике Владеть способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений	Допуск к лабораторным работам	Зачет отчеты

	погрешности результатов измерений			
ОПК-5 Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	ОПК 5.1 Знает современные технические средства и технологии ОПК 5.2 Умеет выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии ОПК 5.3 Имеет навыки применения технических средств и технологий в профессиональной деятельности	Знать особенности работы на оборудовании, необходимом для выполнения лабораторных работ. Уметь работать на оборудовании, необходимом для выполнения лабораторных работ. Владеть навыками обработки данных, полученных в эксперименте.	Допуск к лабораторным работам	Зачет отчеты

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине , характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-2: Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	(ОПК-2)
УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	(УК-3) <b>Знать</b> правила техники безопасности при проведении лабораторных работ. (УК-3) <b>Уметь</b> проводить исследования в малой группе. (УК-3) <b>Владеть</b> навыками организации проведения эксперимента в малой группе.

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>3</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>108</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>64</b>
- КСР	<b>2</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>43</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>зачет</b>

Содержание дисциплины «Общий физический практикум (механика)»

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе					
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы					Самостоятельная работа обучающегося, часы
		из них					
	Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Консультации	Всего		
	1 семестр						
«Механика»							
Механика материальной точки	107	–	–	64	–	64	43
В т.ч. текущий контроль	1						
Промежуточная аттестация – зачет							

### Содержание разделов дисциплины «Общий физический практикум (механика)»

#### Раздел «Механика» (Список лабораторных работ)

1. Измерительные приборы.
2. Исследование столкновения шаров.
3. Изучение колебательного движения. Математический маятник.
4. Изучение упругих свойств твердых тел.
5. Изучение законов движения с помощью машины Атвуда (настенный вариант).
6. Определение отношения заряда электрона к его массе.
7. Пружинный маятник.
8. Изучение вязкости жидкости.
9. Определение момента инерции махового колеса.
10. Определение моментов инерции твердых тел с помощью трифилярного подвеса.
11. Исследование движения диска Максвелла.
12. Маятник Обербека.
13. Определение моментов инерции относительно нецентральных осей.
14. Исследование динамики гироскопа.
15. Физический маятник.

#### 4. Образовательные технологии

Занятия по дисциплине проходят в лабораториях физического практикума в форме практических занятий, на которых проводятся обсуждения рассматриваемых лабораторных работ, самостоятельного выполнения студентами лабораторных работ и защиты отчета по лабораторной работе. Самостоятельная работа включает в себя теоретическую подготовку к занятиям по материалам лекций и рекомендованной литературе, приведенной в конце данной программы.

#### 5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов предусматривает изучение рекомендованной литературы и подготовку к выполнению лабораторных работ. Оценочные средства для контроля текущей успеваемости включают в себя устный опрос. Для контроля промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины используются отчеты по лабораторным работам.

#### Вопросы для контроля.

##### Раздел «Механика»

Вопросы к лабораторной работе «Изучение вязкости жидкости».

1. Что такое число Рейнольдса и чем отличается турбулентное течение от ламинарного?
2. Найти зависимость скорости падающего шарика от времени для различных начальных условий?
3. Построить графики зависимостей  $a_x(t)$ ,  $v_x(t)$ ,  $x(t)$  для случаев:
  - 3.1 Шарик опускается в жидкость без начальной скорости
  - 3.2 Шарик падает в жидкость с начальной скоростью ( $v_0 > u$ ,  $v_0 = u$ ,  $v_0 < u$ ,  $u$  – установившаяся скорость)
4. Вывести формулы для определения времени установления скорости и пути, пройденного при этом шариком.
5. Чем объясняется изменение вязкости жидкостей в зависимости от температуры?
6. Каким образом можно оценить расстояние, на котором происходит установление скорости падения шарика в вязкой среде?

Вопросы к лабораторной работе «Пружинный маятник».

1. Что такое упругие деформации? Какие законы справедливы в области упругих деформаций?
2. Что такое малые колебания? Какие условия должны при этом выполняться?
3. Получите уравнение гармонических колебаний пружинного маятника, исходя из закона сохранения энергии системы (без учета массы системы).
4. Каков физический смысл параметров затухания колебаний? Как их определить экспериментально?

Вопросы к лабораторной работе «Изучение законов движения с помощью машины Атвуда».

1. Предложите методику по исследованию допущений:
  - 1.1. Сопротивлением воздуха можно пренебречь
  - 1.2. Трением в оси блока можно пренебречь.
2. Оцените величину силы трения в оси блока.
3. Найдите поправку, обусловленную трением в оси блока и его инертностью.
4. Рассмотрите характер движения и начертите (качественно) график зависимости ускорения, скорости и координаты груза от времени, если трение между осью и блоком будет вязким.

Вопросы к лабораторной работе «Изучение упругих свойств твердых тел».

1. Рассчитать, при какой нагрузке данная стальная проволока не выйдет из области линейной упругости.
2. Постройте ход лучей в микроскопе. Укажите на этой схеме местонахождение окулярной шкалы.

Вопросы к лабораторной работе «Изучение колебательного движения. Математический маятник».

1. Оцените число колебаний, совершаемых маятником без существенного изменения амплитуды и число колебаний, совершаемых маятником почти до полной остановки. Как результаты этих измерений использовать при планировании и выборе методики выполнения последующих экспериментов и измерений?
2. Попытайтесь получить уравнение движения маятника из закона сохранения энергии и уравнения затухающих колебаний, используя закон изменения энергии и выражение для силы сопротивления.
3. Для случая малых затуханий найдите относительную величину потерь механической энергии маятника за период. Установите связь этой величины с добротностью системы.

Вопросы к лабораторной работе «Исследование столкновения шаров».

1. Рассмотреть возможность применения закона сохранения импульса в данных опытах.
2. Выяснить причину потери кинетической энергии при ударе.
3. При  $m_1=m_2$  и  $V_2=0$  в случае абсолютно упругого удара скорость первого шара уменьшается до нуля, а второго возрастает до  $V_1$ . На некоторой стадии удара их скорости должны сравняться. Найти кинетическую энергию шаров в этот момент, сравнить ее с исходным значением и объяснить полученный результат.

Вопросы к лабораторной работе «Измерительные приборы».

1. Как сконструировать нониус, позволяющий повысить точность измерений с данным масштабом в  $n$  раз?
2. Как проводить измерения с помощью штангенциркуля и микрометра?
3. В чем разница между прямыми и косвенными измерениями?
4. Как определить абсолютную погрешность прямых измерений?
5. Как определить абсолютную погрешность косвенных измерений?

Вопросы к лабораторной работе «Определение момента инерции махового колеса».

1. Получите уравнение движения махового колеса и груза.
2. Как влияют на движение колеса его момент инерции, масса груза, радиус шкива? Поясните ответ графиками зависимости угловой скорости и углового ускорения колеса от времени.
3. Как изменится период колебаний физического маятника, если изменить диаметр колеса, не меняя массы? Если груз перенести ближе к оси? Если груз разделить пополам и закрепить на одном диаметре на одинаковых от оси расстояниях?

Вопросы к лабораторной работе «Маятник Обербека».

1. Укажите все силы, моменты которых создают угловое ускорение маятника Обербека, и направления моментов этих сил. Как изменяются направления сил и моментов сил при подъеме груза?
2. Почему при выполнении эксперимента маятник должен быть сбалансирован?
3. Как влияет на движение маятника радиус шкива? Ответ поясните графиком зависимости углового ускорения от радиуса шкива?
4. Начертите графики зависимости от времени ускорения, скорости и координаты груза, углового ускорения, угловой скорости и угла поворота маятника для нескольких циклов падения и подъема груза. Что происходит с ускорением груза в нижней точке? Почему?

Вопросы к лабораторной работе «Определение моментов инерции относительно нецентральных осей».

1. Чем определяется величина угла, на который можно закручивать проволоку в данном опыте?
2. Какой силой можно удержать проволоку, закрученную на угол  $\alpha$ ?
3. Определить работу, которую нужно совершить, чтобы закрутить проволоку на угол  $\alpha$ . Получите выражение для потенциальной энергии закрученной проволоки.
4. Как изменяются угловое ускорение и угловая скорость платформы во время колебаний?

Вопросы к лабораторной работе «Исследование динамики гироскопа».

1. Что такое гироскоп, прецессия гироскопа, нутация гироскопа?

Вопросы к лабораторной работе «Физический маятник»

1. Получите уравнение колебаний физического маятника, используя закон сохранения энергии.
2. Рассчитайте момент инерции тонкого стержня. Чему равна приведенная длина для такого стержня?

3. Постройте качественно график зависимости  $T \cdot l$  от  $l^2$  ( $T$  – период физического маятника,  $l$  – расстояние от точки подвеса до центра масс физического маятника). Что он собой представляет? Как по нему определить ускорение свободного падения?
4. Что представляет собой график  $T(l)$ ? Постройте его качественно, объясните характер зависимости? Как по нему определить приведенную длину?
5. Опишите метод оборотного маятника.

Вопросы к лабораторной работе «Определение моментов инерции твердых тел с помощью трифилярного подвеса».

1. Предложите экспериментальный способ определения положения центра масс полудиска и реализуйте его.
2. Докажите, что кинетической энергией поступательного движения платформы можно пренебречь.
3. Вывести формулы для определения моментов инерции тел.
4. Рассчитать положение центра масс однородного полудиска.

**6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (в приложении)** включающий: 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

УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде

Индикаторы компетенции	ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможно 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, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможно оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными и недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов.
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом.	При решении стандартных задач не	Имеется минимальный набор навыков	Продемонстрированы базовые навыки	Продемонстрированы базовые навыки	Продемонстрированы навыки при решении	Продемонстрированы

	Невозможно оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	нестандартных задач без ошибок и недочетов.	творческий подход к решению нестандартных задач
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20 %	20 – 50 %	50 – 70 %	70-80 %	80 – 90 %	90 – 99 %	100%

ОПК-2: Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные

Индикаторы компетенции	ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	Превосходно
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможно 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, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможно оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	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. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными и недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов.
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможно 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 некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы творческий подход к решению нестандартных задач.
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20 %	20 – 50 %	50 – 70 %	70-80 %	80 – 90 %	90 – 99 %	100%



## 1.2 Описание шкал оценивания

*зачтено* – успешное выполнение практических заданий, выданных преподавателем, владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, умение самостоятельно обозначить точки активного роста нового знания.

*не зачтено* – невыполнение практических заданий, выданных преподавателем, полное непонимание смысла проблем, не достаточно полное владение терминологией, неумение самостоятельно обозначить проблемные ситуации.

## 1.3 Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по модулю, характеризующих этапы формирования компетенций.

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

- индивидуальное собеседование,
- письменные ответы на вопросы.

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.
- отчет

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

(В приложении)

## 1.5 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

(В приложении)

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Общий физический практикум (механика)»

а) основная литература:

### **Раздел «Механика»**

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. — Режим доступа: <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>

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>
- в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:  
<http://phys.unn.ru/library.asp?contenttype=Library>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Общий физический практикум (механика)»**

- 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;
- лабораторное оборудование

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

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. /