

Документ подписан электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 10.07.2024 12:02:42  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФГБОУ ВО «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Утверждаю:



Руководитель ООП

Б.Б.Педько

«21» мая 2024 г.

Рабочая программа дисциплины

**Физический практикум по механике**

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Закреплена за кафедрой:   | <b>Общей физики</b>  |
| Направление подготовки:   | <b>03.03.02 Физика</b>   |
| Направленность (профиль): | <b>Физика, технологии и компьютерное моделирование функциональных материалов</b> |
| Квалификация:             | <b>Бакалавр</b>  |
| Форма обучения:           | <b>очная</b>   |
| Семестр:                  | <b>1</b>   |

Программу составил(и):  
*без уч. степ., старший преподаватель, Котомкин Алексей Викторович*

Тверь, 2024

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели освоения дисциплины (модуля):

Целью освоения дисциплины является:

создать фундаментальную базу знаний и навыков для более углубленного проведения экспериментальных исследований при решении практических задач.

### Задачи:

Задачами освоения дисциплины являются:

- Обучение методам анализа и объяснения наблюдаемых в лабораторном практикуме физических явлений;
- Обучение работе с приборами и оборудованием физической лаборатории, с современной измерительной аппаратурой;
- Освоение различных методик физических измерений и экспериментов;
- Привить навыки экспериментального исследования физических явлений и процессов;
- Освоение процесса обработки экспериментальных данных, оценивания порядка изучаемых величин, определение точности и достоверности полученных результатов;
- Обучение основным принципам автоматизации и компьютеризации физического эксперимента, процессов сбора и обработки физической информации;
- Привить навыки оформления результатов эксперимента и составления отчетной документации;
- Изучение основных элементов техники безопасности при проведении экспериментальных исследований.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ОП: Б1.О

### Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Механика

Математический анализ

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

Физический практикум по оптике

Физический практикум по электричеству и магнетизму

Физический практикум по молекулярной физике

Физический практикум по атомной физике

Физический практикум по физике атомного ядра и элементарных частиц

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| <b>Общая трудоемкость</b> | 3 ЗЕТ |
| Часов по учебному плану   | 108   |
| <b>в том числе:</b>       |       |
| аудиторные занятия        | 68    |
| самостоятельная работа    | 20    |

## 4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ОПК-2.1: Определяет параметры физических объектов, систем и процессов с применением измерительного оборудования

ОПК-2.3: Обрабатывает теоретические и экспериментальные данные по результатам научного исследования физических объектов, систем и процессов.

ОПК-2.4: Подготавливает отчет по результатам научного исследования

ПК-2.1: Проводит экспериментальные исследования с применением научно-исследовательского оборудования в соответствии с утвержденными методиками

УК-1.3: Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов

УК-1.5: Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки

## 5. ВИДЫ КОНТРОЛЯ

|                            |   |
|----------------------------|---|
| Виды контроля в семестрах: |   |
| зачеты                     | 1 |

## 6. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Язык преподавания: русский.

## 7. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Код занят. | Наименование разделов и тем  | Вид занятия | Семестр / Курс | Часов | Источники                     | Примечание |
|------------|--|-------------|----------------|-------|-------------------------------|------------|
|            | Раздел 1. 1. Введение  |             |                |       |                               |            |
| 1.1        | Введение. Основы техники безопасности. Правила работы в лабораториях Общего физического практикума. Основы учебного физического эксперимента. ЛР№1,2 | Лаб         | 1              | 10    | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Л2.2 |            |
| 1.2        | Самостоятельная работа по теме "Введение. Основы учебного физического эксперимента."   | Ср          | 1              | 4     | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Л2.2 |            |
|            | Раздел 2. 2. Динамика поступательного движения   |             |                |       |                               |            |
| 2.1        | Динамика поступательного движения. Законы Ньютона. ЛР № 5,7,15,12  | Лаб         | 1              | 13    | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Л2.2 |            |
| 2.2        | Самостоятельная работа по теме "Динамика поступательного движения"   | Ср          | 1              | 4     | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Л2.2 |            |
|            | Раздел 3. 3. Законы сохранения в механике.   |             |                |       |                               |            |
| 3.1        | Законы сохранения в механике. ЛР № 3,4,8, 9  | Лаб         | 1              | 10    | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Л2.2 |            |
| 3.2        | Самостоятельная работа по теме "Законы сохранения в механике"  | Ср          | 1              | 4     | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Л2.2 |            |

|     |  |     |   |    |                               |  |
|-----|--|-----|---|----|-------------------------------|--|
|     | Раздел 4. 4. Динамика твердого тела                              |     |   |    |                               |  |
| 4.1 | Динамика твердого тела. ЛР № 6, 11, 14, 16, 17, 18               | Лаб | 1 | 11 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Л2.2 |  |
| 4.2 | Самостоятельная работа по теме "Динамика твердого тела"          | Ср  | 1 | 4  | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Л2.2 |  |
|     | Раздел 5. 5. Деформации твердых тел.                             |     |   |    |                               |  |
| 5.1 | Деформации твердых тел. ЛР № 10                                  | Лаб | 1 | 12 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Л2.2 |  |
| 5.2 | Самостоятельная работа по теме "Деформации твердых тел"          | Ср  | 1 | 4  | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Л2.2 |  |
|     | Раздел 6. 6. Волны в сплошной упругой среде.                     |     |   |    |                               |  |
| 6.1 | Волны в сплошной упругой среде. ЛР № 13                          | Лаб | 1 | 9  | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Л2.2 |  |
| 6.2 | Самостоятельная работа по теме "Волны в сплошной упругой среде." | Лаб | 1 | 3  | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Л2.2 |  |

### Список образовательных технологий

|   |  |
|---|--|
| 1 | Выполнение лабораторных работ  |
| 2 | Информационные (цифровые) технологии   |
| 3 | Методы группового решения творческих задач (метод Дельфи, метод 6–6, метод развивающей кооперации, мозговой штурм (метод генерации идей), нетворкинг и т.д.) |

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 8.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

См. Приложение 1

### 8.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

См. Приложение 1

### 8.3. Требования к рейтинг-контролю

См. Приложение 1

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

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### 9.1.1. Основная литература

| Шифр | Литература  |
|------|---|
| Л1.1 | Бондарев, Калашников, Спиринов, Курс общей физики в 3 кн. Книга 1: механика, Москва: Юрайт, 2024, ISBN: 978-5-534-17167-9,<br>URL: <a href="https://urait.ru/bcode/535752">https://urait.ru/bcode/535752</a>  |
| Л1.2 | Зисман Г. А., Тодес О. М., Курс общей физики. В 3 томах. Том 1. Механика. Молекулярная физика. Колебания и волны, Санкт-Петербург: Лань, 2023, ISBN: 978-5-507-47026-6,<br>URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/320777">https://e.lanbook.com/book/320777</a> |
| Л1.3 | Савельев И. В., Курс общей физики. В 3 томах. Том 1. Механика. Молекулярная физика, Санкт-Петербург: Лань, 2023, ISBN: 978-5-507-48093-7,<br>URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/341150">https://e.lanbook.com/book/341150</a>                               |

#### 9.1.2. Дополнительная литература

| Шифр | Литература   |
|------|--|
| Л2.1 | Семенова, Ляхова А. В., Зубкова А. Р., Новоселов, Механика, Тверь: Тверской государственный университет, 2022, ISBN: ,<br>URL: <a href="http://megapro.tversu.ru/megaPro/UserEntry?Action=FindDocs&amp;ids=5462726">http://megapro.tversu.ru/megaPro/UserEntry?Action=FindDocs&amp;ids=5462726</a> |
| Л2.2 | Зубков, Учебно-методический комплекс по дисциплине "Общий физический практикум. Механика", Тверь, 2012, ISBN: ,<br>URL: <a href="http://texts.lib.tversu.ru/texts2/04277umk.pdf">http://texts.lib.tversu.ru/texts2/04277umk.pdf</a>  |

#### 9.3.1 Перечень программного обеспечения

|   |  |
|---|--|
| 1 | Adobe Acrobat Reader                       |
| 2 | OpenOffice                                 |
| 3 | Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows |

#### 9.3.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

|   |   |
|---|---|
| 1 | ЭБС «ЮРАИТ»                             |
| 2 | ЭБС «Университетская библиотека онлайн» |
| 3 | ЭБС IPRbooks                            |
| 4 | ЭБС «Лань»                              |
| 5 | ЭБС BOOK.ru                             |
| 6 | ЭБС ТвГУ                                |
| 7 | ЭБС «ZNANIUM.COM»                       |

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Аудит-я | Оборудование  |
|---------|---|
| 3-230   | комплект учебной мебели, МФУ, компьютеры, переносной ноутбук, принтер, огнетушитель |

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ

## ДИСЦИПЛИНЫ

Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

– список лабораторных работ

Лабораторные работы по курсам «Механика»

1. Измерение линейных размеров и плотности твердых тел правильной формы.
2. Изучение движения маятника Максвелла.
3. Определение ускорения силы тяжести методом обратного маятника.
4. Определение модуля Юнга по изгибу стержня.

– методические указания к выполнению и оформлению лабораторных работ.

В ходе выполнения общего физического практикума следует руководствоваться следующими правилами, предписывающими единую форму оформления отчетов студентами и порядок выполнения ими лабораторных работ. Эти правила распространяются при работе студентов в лаборатории «Механика».

Так, порядок выполнения лабораторных работ включает в себя следующие пункты:

1. Регистрация и получение учебного задания (преподаватель).
2. Ознакомление с основами теории исследуемого явления (описание лабораторной работы и рекомендуемая литература).
3. Изучение экспериментальной установки, правил работы с приборами, правил техники безопасности на рабочем месте (инженер лаборатории).
4. Изучение порядка выполнения работы (преподаватель).
5. Получение допуска к выполнению работы (контрольные вопросы Приложения 1) (преподаватель).
6. Выполнение измерений или задания и проверка на «разумность» полученных результатов.
7. Проверка расчетов и согласование результатов с преподавателем.
8. Оформление работы (письменный отчет) в отдельной тетради или двойном тетрадном листе бумаги в клеточку по установленной форме.
9. «Сдача» лабораторной работы преподавателю.
10. Оценивание. 1-ая оценка - экспериментальная часть работы, 2-ая – теоретическая часть работы и ее оформление или общий зачет.

Письменный отчет о проделанной лабораторной работе должен содержать:

1. Регистрационный номер и название работы.
2. Цель работы.
3. Приборы и оборудование.
4. Краткая теория (основная формула, закон и т.д.).
5. Схема (рис.) экспериментальной установки (с краткими пояснениями).
6. Результаты измерений (таблица, график и т.п.).
7. Вычисления (цифровая подстановка).
8. Расчет погрешности.
9. Вывод (с записью найденного значения физической величины с указанием погрешности).

– требования к рейтинг-контролю. В течение семестра два раза (на модульных неделях) необходимо:

1. сдать преподавателю решения домашних задач, полученных из указанных сборников задач,
2. ответить на вопросы. Пример вопросов:
3. Получить формулу, определяющую силу, которую нужно приложить к центру масс цилиндра для того, чтобы его катить по горизонтальной поверхности с постоянной скоростью.
4. Что называется центром удара?
5. Какое устройство называется физическим маятником? Написать уравнение движения физического маятника.
6. Что называется приведенной длиной физического маятника?
7. Как период колебания маятника зависит от положения точки подвеса?
8. Получить формулу для определения угловой скорости прецессии гироскопа с

неподвижной точкой опоры.

9. Объясните причину устойчивости незакрепленного гироскопа и потерю устойчивости при закреплении гироскопа относительно вертикальной оси.

10. В чем заключается правило Жуковского для гироскопического момента?

11. Оцените влияние массы груза и высоту его подъема на значение относительной погрешности момента инерции в опыте с маховым колесом.

12. Как на практике определить расстояние от точки подвеса баллистического маятника до центра удара пули?

13. Опишите схему опыта Лебедева по определению коэффициента сил трения качения.

14. Как можно определить на практике центр качения стержня?

15. На каком принципе основано определение ускорения, вызванное силой тяжести, с помощью оборотного маятника?

16. Как в установке для изучения гироскопического эффекта отсчитываются углы прецессии?

17. Как с помощью крутильного маятника (унифилярный подвес) измерить момент инерции твердого тела?

18. Рассчитайте погрешность определения момента инерции в опыте с унифилярным подвесом. От чего она зависит?

## **Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации**

**Форма проведения экзамена:** студенты, освоившие программу курса «Русский язык и культура речи» могут получить зачет по итогам семестровой и полусеместровой рейтинговой аттестации согласно «Положению о рейтинговой системе обучения ТвГУ» (протокол №8 от 30 апреля 2020 г.).

Если условия «Положения о рейтинговой системе ...» не выполнены, то экзамен сдается согласно «Положению о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) обучающихся по программам высшего образования ТвГУ» (протокол №11 от 28 апреля 2021 г.)

### **Для проведения текущей и промежуточной аттестации:**

**УК-1.** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач:

УК-1.3. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов;

УК-1.5. Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.

Для всех индикаторов один способ аттестации:

**Задание:** дайте ответы на вопросы.

1. Можно ли, используя машину Атвуда, проверить справедливость второго закона Ньютона? Если да, то каким образом?
2. Предложите способ определения ускорения свободного падения с помощью машины Атвуда.
3. Дайте определение момента инерции твёрдого тела относительно оси и относительно полюса. Каким образом можно определить эти моменты в эксперименте?
4. Записать уравнения движения для маятника Максвелла.
5. Получите формулу для вычисления ускорения маятника Максвелла.
6. Дайте определение баллистическому маятнику.



7. Определите период колебаний баллистического маятника после попадания в него пули.
8. Что понимается под внутренним напряжением? Почему внутреннее напряжение является тензорной величиной?
9. Дайте определение модулю Юнга. Каков его физический смысл? В каких единицах он измеряется? Какие значения может принимать?
10. Какая деформация называется квазистатической?
11. Какой слой при плоском изгибе балки называется нейтральным?

**Способ аттестации:** письменный

**Критерии оценки:**

- ответ полный, указаны и учтены все факторы, признаки и т.д. – 2 балла за вопрос
- аргументация допустимая, но имеются неточности – 1 балл
- допущены грубые ошибки, свидетельствующие о непонимании темы – 0 баллов

ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности:

ОПК-1.1. Применяет базовые знания в области физико-математических наук для решения задач профессиональной деятельности.

**Задание:**

1. Как можно проверить справедливость уравнения вращательного движения с помощью маятника Обербека? провести соответствующие расчеты.
2. Получить формулу для момента инерции маятника Обербека.
3. Получите формулу для вычисления абсолютной погрешности ускорения в опыте с машиной Атвуда.
4. Как период колебания маятника зависит от положения точки подвеса?
5. Получить формулу для определения угловой скорости прецессии гироскопа с неподвижной точкой опоры.

6. Получить формулу, определяющую силу, которую нужно приложить к центру масс цилиндра для того, чтобы его катить по горизонтальной поверхности с постоянной скоростью.
7. Объясните причину устойчивости незакрепленного гироскопа и потерю устойчивости при закреплении гироскопа относительно вертикальной оси.

**Способ аттестации:** устный или письменный.

**Критерии оценивания:**

- ответ полный, указаны и учтены все факторы, признаки и т.д. – 2 балла за вопрос
- аргументация допустимая, но имеются неточности – 1 балл
- допущены грубые ошибки, свидетельствующие о непонимании темы – 0 баллов

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

ОПК-2.1. Планирует и проводит экспериментальные исследования по заданной теме с учетом имеющейся экспериментальной базы;

**Задание:**

1. Как на опыте можно измерить величину момента инерции твердого тела относительно заданной оси вращения? Приведите конкретный пример с указанием расчетной формулы и порядком выполнения опыта.
2. Каким образом с помощью машины Атвуда можно проверить справедливость уравнения поступательного движения? Провести соответствующие расчеты, указав порядок выполнения эксперимента.
3. Момент импульса твердого тела. Тензор инерции твердого тела. Как можно найти тензор инерции на практике?
4. Провести измерения скорости пули с помощью баллистического маятника.

5. Как на практике определить расстояние от точки подвеса баллистического маятника до центра удара пули?

**Способ аттестации:** письменный

**Критерии оценки:**

- ответ полный, указаны и учтены все факторы, признаки и т.д. – 2 балла за вопрос
- аргументация допустимая, но имеются неточности – 1 балл
- допущены грубые ошибки, свидетельствующие о непонимании темы – 0 баллов

ОПК-2.3. Обрабатывает экспериментальные данные с применением специализированных программных продуктов;

ОПК-2.4. Проводит анализ экспериментальных данных, используя базовые знания по физике;

**Задание:** дайте ответ на вопросы.

1. Какие измерения называются прямыми, а какие косвенными?
2. На какие группы делятся погрешности? Охарактеризовать каждую группу.
3. На примере вычисления плотности тела правильной геометрической формы показать, как вычислить абсолютную погрешность при косвенных измерениях.
4. Используя машину Атвуда, изучить влияние массы блока.
5. Оценить, как изменится погрешность измерения момента инерции при увеличении массы перегрузка в опыте с машиной Атвуда?
6. Почему в формулу для момента инерции маятника Максвелла входит диаметр стержня маятника, а не диаметр диска? Зависит ли момента инерции маятника Максвелла от диаметра диска?
7. Предложите метод определения доли механической энергии, потерянной за один период колебаний маятника Максвелла.

8. Получите формулу для вычисления относительной погрешности вычисления момента инерции в опыте с маятником Максвелла.
9. Что называется стрелой прогиба балки, от чего она зависит? Как можно ее измерить на практике?
10. Как влияют значения диаметра стержня (балки) и ее длины на значение относительной погрешности модуля Юнга?
11. Маятник Обербека. Как можно проверить справедливость уравнения вращательного движения с его помощью?
12. Опишите схему опыта для определения момента инерции махового колеса.

**Способ аттестации:** письменный

**Критерии оценки:**

- ответ полный, указаны и учтены все факторы, признаки и т.д. – 2 балла за вопрос
- аргументация допустимая, но имеются неточности – 1 балл
- допущены грубые ошибки, свидетельствующие о непонимании темы – 0 баллов

ОПК-2.5. Представляет экспериментальные данные в форме развернутого отчета.

**Задание:**

1. Оформить лабораторную работу в соответствии с методическими указаниями. Представить ответы на контрольные вопросы.

**Способ аттестации:** письменный.

**Критерии оценивания:**

- работа оформлена согласно требованиям, представлены все разделы, проведены расчеты, построены графики, сформулирован грамотный вывод – 5 баллов
- работа оформлена небрежно, есть ошибки в вычислениях, сформулирован вывод – 3 балла

- работа оформлена небрежно, есть грубые ошибки, вывод неясно сформулирован и не согласуется с результатом работы – 1 балл
- работа оформлена частично, содержит много ошибок – 0 баллов

*требования к рейтинг-контролю.* В течение семестра два раза (на модульных неделях) необходимо:

1. сдать преподавателю решения домашних задач, полученных из указанных сборников задач,
2. ответить на вопросы. Пример вопросов:
3. Получить формулу, определяющую силу, которую нужно приложить к центру масс цилиндра для того, чтобы его катить по горизонтальной поверхности с постоянной скоростью.
4. Что называется центром удара?
5. Какое устройство называется физическим маятником? Написать уравнение движения физического маятника.
6. Что называется приведенной длиной физического маятника?
7. Как период колебания маятника зависит от положения точки подвеса?
8. Получить формулу для определения угловой скорости прецессии гироскопа с неподвижной точкой опоры.
9. Объясните причину устойчивости незакрепленного гироскопа и потерю устойчивости при закреплении гироскопа относительно вертикальной оси.
10. В чем заключается правило Жуковского для гироскопического момента?
11. Оцените влияние массы груза и высоту его подъема на значение относительной погрешности момента инерции в опыте с маховым колесом.
12. Как на практике определить расстояние от точки подвеса баллистического маятника до центра удара пули?
13. Опишите схему опыта Лебедева по определению коэффициента сил трения качения.

14. Как можно определить на практике центр качения стержня?
15. На каком принципе основано определение ускорения, вызванное силой тяжести, с помощью обратного маятника?
16. Как в установке для изучения гироскопического эффекта отсчитываются углы прецессии?
17. Как с помощью крутильного маятника (унифилярный подвес) измерить момент инерции твердого тела?
18. Рассчитайте погрешность определения момента инерции в опыте с унифилярным подвесом. От чего она зависит?