

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 10.08.2023 16:07:37  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:

Руководитель ООП

Б.Б.Педько

«30»

мая

2023 г.



Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

**Физический практикум по механике**

Направление подготовки

03.03.02 Физика

профиль

Физика конденсированного состояния вещества

Для студентов

1 курса, очной формы обучения

Составитель: д.х.н., профессор Орлов Ю.Д.

к.ф.-м.н., доцент Зубков В.В.

Тверь, 2023

## **I. Аннотация**

### **1. Цель и задачи дисциплины**

*Целью* освоения дисциплины является:

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

*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**

Дисциплина «Физический практикум по механике» изучается в модуле Общая физика Блока 1. Дисциплины обязательной части учебного плана ООП.

Дисциплина «Физический практикум по механике» излагается на первом курсе в первом семестре. При прохождении физического практикума студенты самостоятельно воспроизводят на лабораторном оборудовании основные

физические явления с последующим измерением физических величин, их числовой обработкой и анализом полученных результатов. Это создает фундаментальную базу знаний и навыков для более углубленного проведения экспериментальных исследований при решении практических задач.

Теоретические дисциплины и практики, для которых освоение методов «Физический практикум по механике» необходимо как предшествующее, включают специальные курсы направления 03.03.02 – «Физика», относящиеся к дисциплинам по углублению профессиональных компетенций.

**3. Объем дисциплины: 3** зачетные единицы, **108** академических часов, **в том числе:**

**контактная аудиторная работа:** лабораторные работы **68** час;

**самостоятельная работа:** **40** часов.

**4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
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.
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.
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; ОПК-2.3. Обрабатывает экспериментальные данные с применением специализированных программных продуктов; ОПК-2.4. Проводит анализ экспериментальных данных, используя базовые знания по физике;

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

## 5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения

Зачет в 1 семестре.

**6. Язык преподавания:** русский.

**II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.**

### 1. Для студентов очной формы обучения

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)		Самостоятельная работа, в том числе Контроль (час.)
		Лабораторные работы		
		всего	в т.ч. ПП	
Введение. Основы техники безопасности. Правила работы в лабораториях Общего физического практикума. Основы учебного физического эксперимента. ЛР №1,2	16	8		8
Динамика поступательного движения. Законы Ньютона. ЛР № 5,7,15,12	25	10		15
Законы сохранения в механике. ЛР № 3,4,8, 9	16	8		8
Динамика твердого тела. ЛР № 6, 11, 14, 16, 17, 18	23	11		12
Деформации твердых тел. ЛР № 10	12	6		6
Волны в сплошной упругой среде. ЛР № 13	16	8		8
<b>ИТОГО:</b>	<b>108</b>	<b>51</b>		<b>57</b>

### III. Образовательные технологии

Учебная программа-наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
Введение. Основы техники безопасности. Правила работы в лабораториях Общего физического практикума. Основы учебного физического эксперимента. ЛР №1,2	Лабораторные работы	Решение задач, выполнение лабораторных работ
Динамика поступательного движения. Законы Ньютона. ЛР № 5,7,15,12	Лабораторные работы	Решение задач, выполнение лабораторных работ

Законы сохранения в механике. ЛР № 3,4,8, 9	Лабораторные работы	Решение задач, выполнение лабораторных работ
Динамика твердого тела. ЛР № 6, 11, 14, 16, 17, 18	Лабораторные работы	Решение задач, выполнение лабораторных работ
Деформации твердых тел. ЛР № 10	Лабораторные работы	Решение задач, выполнение лабораторных работ
Волны в сплошной упругой среде. ЛР № 13	Лабораторные работы	Решение задач, выполнение лабораторных работ

#### **IV. 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

## **V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### 1) Рекомендуемая литература

#### а) Основная литература:

1. Старовиков М. И. Введение в экспериментальную физику [Электронный ресурс] - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 240 с. - ISBN 978-5-8114-0862-7 <https://e.lanbook.com/book/167700>
2. Зотеев, А. В. Общая физика: лабораторные задачи : учебное пособие для академического бакалавриата / А. В. Зотеев, В. Б. Зайцев, С. Д. Алекперов. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 251 с. <https://biblionline.ru/book/B42EBC81-082E-4A3E-A415-3B76350B8DC6/obschaya-fizika-laboratornye-zadachi>
3. Механика твердого тела. **Лабораторный практикум** : Учебное пособие для вузов / под ред. Плясова А.А. - 2-е изд. - Электрон. дан. - Москва : Юрайт, 2021. - 171 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/474787>
4. **Савельев И. В.** Курс общей физики. Т. 1 : Механика. Молекулярная физика - 17-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 436 с. - ISBN 978-5-8114-8003-6. <https://e.lanbook.com/book/171889>
5. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Механика: М., Физматлит, 2014. [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=275610&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=275610&sr=1)
6. Кудин Л. С. Курс общей физики (в вопросах и задачах) [Электронный ресурс] - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 320 с. - ISBN 978-5-8114-1372-0. <https://e.lanbook.com/book/168513>
7. Механика жидкости и газа. **Виртуальный лабораторный практикум** : Учебное пособие для вузов / Алексеев Г. В., Бондарева М. В., Бриденко И. И.,

Шашкин А. И. - 2-е изд. - Электрон. дан. - Москва : Юрайт, 2021. - 134 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/474905>

б) Дополнительные источники:

1. Иродов И. Е. Задачи по общей физике [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов - 18-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 420 с. - ISBN 978-5-8114-6779-2. <https://e.lanbook.com/book/152437>
2. Аксенова Е. Н. **Общая физика. Механика** (главы курса) [Электронный ресурс] - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 128 с. - ISBN 978-5-8114-2927-1. <https://e.lanbook.com/book/169074>
3. Алешкевич В.А. О преподавании специальной теории относительности на основе современных экспериментальных данных //УФН 2012. Т. 182. С. 1301–1318. <http://ufn.ru/ru/articles/2012/12/c/>
4. Бабецкий В. И. **Физика: геометрия пространства-времени и классическая механика** : Учебное пособие для вузов - 2-е изд. - Электрон. дан. - Москва : Юрайт, 2021. - 285 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/472251>
5. Бондарев Б. В. Курс общей физики в 3 кн. Книга 1: механика: Учебник для бакалавров. - Электрон. дан. - Москва : Юрайт, 2019. - 353 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/425487>

2) Программное обеспечение

а) Лицензионное программное обеспечение

б) Свободно распространяемое программное обеспечение

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Научная библиотека ТвГУ: <http://library.tversu.ru/>
2. Электронная библиотека издательства Лань: <http://e.lanbook.com/>
3. 1.ЭБС«ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com;);
4. 2.ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru> ;

5. Сайт издательского дома ЮРАЙТ: <http://www.biblio-online.ru/>

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

6. механика в анимациях <http://physics.nad.ru/Physics/Cyrillic/mech.htm>

7. тесты по механике <http://physics.nad.ru/task3.html>

8. входной тест по механике <http://www.afportal.ru/physics/test/easy/2>

## **VI. 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 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?

## **VII. Материально-техническое обеспечение**

Наименование специальных* помещений	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты
-------------------------------------	---	--

		<b>подтверждающего документа</b>
Базовая учебная лаборатория общей физики. Лаборатория механики №230 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)	1 Монитор 15" TFT Proview 2 Принтер-сканер-копир МФУ KYOCERA FS-1016MFP (A4. 16стр/мин 3 Сист.блок HELiOS Profice VL310 In P2GHz.256Mb/40GB/CD-ROM 3.5. клавиатура,мышь оптическая ( 2 шт) 4 Компьютер iRU Corp 510 I5-2400/4096/500/G210-512/DVD-RW/W7S/монитор E-Machines E220HQVB 21.5" 5 Лазерный принтер Samsung ML-3310d 6 Ноутбук DELL Ispiron 1300 (1.7 GHz) 15.4WXGA. 512MB. 80GB 7 Системный блок AMD Septron 64 2800/80Gb/256 Mb CD ROM 52/FDD	

### **VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины**

<b>№ п.п.</b>	<b>Обновленный раздел рабочей программы дисциплины</b>	<b>Описание внесенных изменений</b>	<b>Реквизиты документа, утвердившего изменения</b>
1.			
2.			