

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Романчук Иван Сергеевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 03.03.2025 09:51:35  
Уникальный программный ключ:  
6319edc2b582ffda443f01d5779368d0957ac34f5cd074d81181530452479

Приложение к рабочей  
программе дисциплины

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

|                                           |                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Наименование дисциплины                   | Практикум по механике                                                                                                                         |
| Направление подготовки /<br>Специальность | для обучающихся по направлениям подготовки (специальностям), реализуемым по индивидуальным образовательным траекториям на основе модели «2+2» |
| Форма обучения                            | очная                                                                                                                                         |
| Разработчик                               | Хожимирзаев Шерзодбек Шавкатжон угли, ассистент кафедры прикладной и технической физики                                                       |

**1. Темы дисциплины для самостоятельного освоения обучающимися**  
Отсутствуют.

**2. План самостоятельной работы**

| № п/п | Учебные встречи                                                                       | Виды самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                                    | Форма отчетности/ контроля                                                                                                                                             | Количество баллов | Рекомендуемый бюджет времени на выполнение (ак.ч.) |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------|
| 1     | 2                                                                                     | 3                                                                                                                                                                                                                                                              | 4                                                                                                                                                                      | 5                 | 6                                                  |
| 1     | Определение плотности твердого тела                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• изучение рекомендуемой литературы;</li> <li>• проработка лекций по дисциплине «Механика»;</li> <li>• подготовка к лабораторной работе</li> </ul>                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• лабораторный журнал;</li> <li>• контрольные вопросы к лабораторной работе</li> </ul>                                          | 0-4               | 2                                                  |
| 2     | Проверка основного закона динамики вращательного движения с помощью маятника Обербека | <ul style="list-style-type: none"> <li>• изучение рекомендуемой литературы;</li> <li>• проработка лекций по дисциплине «Механика»;</li> <li>• подготовка к лабораторной работе;</li> <li>• подготовка к защите работы;</li> <li>• подготовка отчета</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• лабораторный журнал;</li> <li>• контрольные вопросы к лабораторной работе;</li> <li>• отчет по лабораторной работе</li> </ul> | 0-6               | 4                                                  |
| 3     | Изучение прецессии свободного гироскопа                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• изучение рекомендуемой литературы;</li> <li>• проработка лекций по дисциплине «Механика»;</li> <li>• подготовка к лабораторной работе;</li> <li>• подготовка к защите работы;</li> <li>• подготовка отчета</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• лабораторный журнал;</li> <li>• контрольные вопросы к лабораторной работе;</li> <li>• отчет по лабораторной работе</li> </ul> | 0-6               | 4                                                  |
| 4     | Изучение движения                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• изучение рекомендуемой</li> </ul>                                                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• лабораторный журнал;</li> </ul>                                                                                               | 0-6               | 6                                                  |

|   |                                                                           |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |     |   |
|---|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---|
|   | маятника<br>Максвелла                                                     | литературы;<br>• проработка лекций по дисциплине «Механика»;<br>• подготовка к лабораторной работе;<br>• подготовка к защите работы;<br>• подготовка отчета                          | • контрольные вопросы к лабораторной работе;<br>• отчет по лабораторной работе                           |     |   |
| 5 | Изучение качения тела по наклонной плоскости как пример плоского движения | • изучение рекомендуемой литературы;<br>• проработка лекций по дисциплине «Механика»;<br>• подготовка к лабораторной работе;<br>• подготовка к защите работы;<br>• подготовка отчета | • лабораторный журнал;<br>• контрольные вопросы к лабораторной работе;<br>• отчет по лабораторной работе | 0-6 | 6 |
| 6 | Определение момента инерции тела методом крутильных колебаний             | • изучение рекомендуемой литературы;<br>• проработка лекций по дисциплине «Механика»;<br>• подготовка к лабораторной работе;<br>• подготовка к защите работы;<br>• подготовка отчета | • лабораторный журнал;<br>• контрольные вопросы к лабораторной работе;<br>• отчет по лабораторной работе | 0-6 | 6 |
| 7 | Определение скорости пули с помощью баллистического маятника              | • изучение рекомендуемой литературы;<br>• проработка лекций по дисциплине «Механика»;<br>• подготовка к лабораторной работе;<br>• подготовка                                         | • лабораторный журнал;<br>• контрольные вопросы к лабораторной работе;<br>• отчет по лабораторной работе | 0-6 | 6 |

|    |                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                        |     |   |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---|
|    |                                                                                           | к защите работы;<br>• подготовка отчета                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                        |     |   |
| 8  | Определение ускорения свободного падения с помощью оборотного и математического маятников | <ul style="list-style-type: none"> <li>• изучение рекомендуемой литературы;</li> <li>• проработка лекций по дисциплине «Механика»;</li> <li>• подготовка к лабораторной работе;</li> <li>• подготовка к защите работы;</li> <li>• подготовка отчета</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• лабораторный журнал;</li> <li>• контрольные вопросы к лабораторной работе;</li> <li>• отчет по лабораторной работе</li> </ul> | 0-6 | 6 |
| 9  | Изучение затухающих колебаний                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• изучение рекомендуемой литературы;</li> <li>• проработка лекций по дисциплине «Механика»;</li> <li>• подготовка к лабораторной работе;</li> <li>• подготовка к защите работы;</li> <li>• подготовка отчета</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• лабораторный журнал;</li> <li>• контрольные вопросы к лабораторной работе;</li> <li>• отчет по лабораторной работе</li> </ul> | 0-6 | 6 |
| 10 | Изучение резонанса вынужденных колебаний                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• изучение рекомендуемой литературы;</li> <li>• проработка лекций по дисциплине «Механика»;</li> <li>• подготовка к лабораторной работе;</li> <li>• подготовка к защите работы;</li> <li>• подготовка отчета</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• лабораторный журнал;</li> <li>• контрольные вопросы к лабораторной работе;</li> <li>• отчет по лабораторной работе</li> </ul> | 0-6 | 6 |
| 11 | Определение модуля упругости твердого тела                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• изучение рекомендуемой литературы;</li> <li>• проработка лекций по дисциплине</li> </ul>                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• лабораторный журнал;</li> <li>• контрольные вопросы к лабораторной работе;</li> </ul>                                         | 0-6 | 6 |

|    |                                            |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                          |     |   |
|----|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---|
|    |                                            | «Механика»;<br>• подготовка к лабораторной работе;<br>• подготовка к защите работы;<br>• подготовка отчета                                                                           | • отчет по лабораторной работе                                                                           |     |   |
| 12 | Определение модуля сдвига методом кручения | • изучение рекомендуемой литературы;<br>• проработка лекций по дисциплине «Механика»;<br>• подготовка к лабораторной работе;<br>• подготовка к защите работы;<br>• подготовка отчета | • лабораторный журнал;<br>• контрольные вопросы к лабораторной работе;<br>• отчет по лабораторной работе | 0-6 | 6 |
| 13 | Определение скорости звука в воздухе       | • изучение рекомендуемой литературы;<br>• проработка лекций по дисциплине «Механика»;<br>• подготовка к лабораторной работе;<br>• подготовка к защите работы;<br>• подготовка отчета | • лабораторный журнал;<br>• контрольные вопросы к лабораторной работе;<br>• отчет по лабораторной работе | 0-6 | 6 |
| 14 | Столкновения на плоскости                  | • изучение рекомендуемой литературы;<br>• проработка лекций по дисциплине «Механика»;<br>• подготовка к лабораторной работе;<br>• подготовка к защите работы;<br>• подготовка отчета | • лабораторный журнал;<br>• контрольные вопросы к лабораторной работе;<br>• отчет по лабораторной работе | 0-6 | 6 |

|       |                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                        |       |    |
|-------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----|
| 15    | Проверка уравнения Бернулли                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• изучение рекомендуемой литературы;</li> <li>• проработка лекций по дисциплине «Механика»;</li> <li>• подготовка к лабораторной работе;</li> <li>• подготовка к защите работы;</li> <li>• подготовка отчета</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• лабораторный журнал;</li> <li>• контрольные вопросы к лабораторной работе;</li> <li>• отчет по лабораторной работе</li> </ul> | 0-6   | 6  |
| 16    | Крутильный маятник Поля, вынужденные гармонические колебания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• изучение рекомендуемой литературы;</li> <li>• проработка лекций по дисциплине «Механика»;</li> <li>• подготовка к лабораторной работе;</li> <li>• подготовка к защите работы;</li> <li>• подготовка отчета</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• лабораторный журнал;</li> <li>• контрольные вопросы к лабораторной работе;</li> <li>• отчет по лабораторной работе</li> </ul> | 0-6   | 6  |
| 17    | Гравитационная постоянная                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• изучение рекомендуемой литературы;</li> <li>• проработка лекций по дисциплине «Механика»;</li> <li>• подготовка к лабораторной работе;</li> <li>• подготовка к защите работы;</li> <li>• подготовка отчета</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• лабораторный журнал;</li> <li>• контрольные вопросы к лабораторной работе;</li> <li>• отчет по лабораторной работе</li> </ul> | 0-6   | 6  |
| Итого |                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                        | 0-100 | 94 |

### 3. Требования и рекомендации по выполнению самостоятельных работ обучающихся, критерии оценивания

Для реализации практикума использование системы ТюмГУ.LXP не требуется.

В рамках дисциплины «Практикум по механике» обучающийся должен выполнить и защитить 10 лабораторных работ из 17 предлагаемых. Под защитой подразумевается сдача

оформленного по требованиям отчета и собеседование с преподавателем по контрольным вопросам.

**Отчет по лабораторной работе** должен включать в себя краткую теорию по теме лабораторного занятия, подробное описание хода работы с результатами измерений и вычислений с приведением формул расчета, графиков в случае необходимости, расчет погрешности измерений, вывод и анализ результатов по работе. Рекомендуется использовать текстовые редакторы для написания отчетов и вычислительные программы для обработки результатов измерений.

**Контрольные вопросы** по лабораторной работе включают в себя основные понятия и физические законы по теме лабораторной работы. Студентам индивидуально задаются вопросы по работе для раскрытия усвоения данной темы.

**Рекомендованная литература** для самоподготовки к защите лабораторных работ:

1. Сивухин, Д.В. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов: В 5 томах. Том 1: Механика / Сивухин Д.В. — 6-е изд., стер. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014 — 560 с. — ISBN 978-5-9221-1512-4.

2. Зоммерфельд, А. Механика / А. Зоммерфельд; перевод. Т. Е. Тамм; под редакцией Д. В. Сивухина. — 2-е изд. — Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019 — 368 с. — ISBN 978-5-4344-0792-2.

3. Основы механики: учебное пособие / С.Ф. Яцун, О.Г. Локтионова, В.Я. Мищенко, Е.Н. Политов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: ИНФРА-М, 2022 — 248 с. — ISBN 978-5-16-012872-6. — Текст: электронный. URL: <https://znanium.com/catalog/product/1862056> (дата обращения: 25.12.2024). — Режим доступа: по подписке.

4. Гринберг, Я.С. Механика / Я.С. Гринберг, Э.А. Кошелев. — Новосибирск: НГТУ, 2013 — 140 с. — ISBN 978-5-7782-2243-4. — Текст: электронный. URL: <https://znanium.com/catalog/product/546363> (дата обращения: 25.12.2024). — Режим доступа: по подписке.

5. Дубровский, В.Г. Механика, термодинамика и молекулярная физика: сборник задач и примеры их решения / В.Г. Дубровский, Г.В. Харламов. — Новосибирск: НГТУ, 2010 — 176 с. — ISBN 978-5-7782-1410-1. — Текст: электронный. URL: <https://znanium.com/catalog/product/546145> (дата обращения: 25.12.2024). — Режим доступа: по подписке.

6. Григорьев, Б.В. Основы математической обработки результатов физико-технических измерений: учебно-методическое пособие для студентов естественно-научных направлений / Б.В. Григорьев, С.Г. Никулин, Е.В. Зайцев; Тюм. гос. ун-т, Физ.-тех. ин-т, Каф. расходомерии нефти и газа. — Тюмень: Изд-во Тюм. гос. ун-та, 2018 — 32 с. URL: [https://library.utmn.ru/dl/PPS/Grigoryev\\_Nikulin\\_Zaytsev\\_649\\_UMP\\_2017.pdf](https://library.utmn.ru/dl/PPS/Grigoryev_Nikulin_Zaytsev_649_UMP_2017.pdf) (дата обращения: 25.12.2024). — Режим доступа: по паролю из сети Интернет (чтение).

9. Врублевская, Г.В. Физика. Практикум: учеб. пособие / Г.В. Врублевская, И.А. Гончаренко, А.В. Ильюшонок [и др.]. — Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2012 — 286 с.: ил. — ISBN 978-985-475-487-1 (Новое знание); ISBN 978-5-16-005340-0 (ИНФРА-М). — Текст: электронный. URL: <https://znanium.com/catalog/product/252334> (дата обращения: 25.12.2024). — Режим доступа: по подписке.

#### **4. Рекомендации по самоподготовке к промежуточной аттестации по дисциплине**

Для успешной промежуточной аттестации требуется подготовить отчеты и защитить теорию по контрольным вопросам по 10 лабораторным работам. Примерные вопросы приведены ниже.

##### **Лабораторная работа № 1**

*Тема работы:* «Определение плотности твердого тела».

*Контрольные вопросы:*

1. Два основных вида измерений физических величин.
2. Абсолютная и относительная погрешность измерений.
3. Значащие, незначащие, сомнительные числа.
4. Доверительный интервал и доверительная вероятность.
5. Вычисление доверительной вероятности и доверительного интервала по методу Корнфельда.
6. Формула стандартной погрешности среднего значения  $\bar{x}$ .
7. Коэффициент Стьюдента.
8. Оценка инструментальной (приборной) погрешности измерений.
9. Запись результата прямых измерений в стандартной форме.
10. Формула абсолютной погрешности при косвенных измерениях.

### **Лабораторная работа № 2**

*Тема работы:* «Проверка основного закона динамики вращательного движения с помощью маятника Обербека».

*Контрольные вопросы:*

1. Вывести формулу момента инерции маятника Обербека.
2. Сформулировать теорему Штейнера.
3. Сформулировать основной закон динамики вращательного движения.
4. Как направлено угловое ускорение вращающегося тела при постоянном моменте инерции?

### **Лабораторная работа № 3**

*Тема работы:* «Изучение прецессии свободного гироскопа».

*Контрольные вопросы:*

1. Сформулировать основной закон динамики вращательного движения.
2. Что такое гироскоп? Какое движение называют прецессией?
3. Вывести формулу для угловой скорости прецессии.
4. Как изменится движение гироскопа, если изменить направление внешней силы, действующей на ось, на противоположное?
5. Как по измеренному значению угловой скорости прецессии определить момент инерции гироскопа?

### **Лабораторная работа № 4**

*Тема работы:* «Изучение движения маятника Максвелла».

*Контрольные вопросы:*

1. Какое движение называется плоским?
2. Вывести формулу для линейного ускорения маятника.
3. Вывести ту же формулу, рассматривая движение маятника как поворот относительно мгновенной оси вращения.
4. Вывести формулу для расчета момента инерции маятника.

### **Лабораторная работа № 5**

*Тема работы:* «Изучение качения тела о наклонной плоскости как пример плоского движения».

*Контрольные вопросы:*

1. Вывести формулу для ускорения тела (цилиндра или шара), скатывающегося по наклонной плоскости.
2. Какова роль сил трения при качении тел по наклонной плоскости?
3. Получить формулу для скорости тела в нижней части наклонной плоскости, используя закон сохранения энергии.
4. Рассмотреть движение тела, брошенного под углом к горизонту.

5. Какова максимальная высота подъема и дальность полета тела?

### Лабораторная работа № 6

*Тема работы:* «Определение момента инерции тела методом крутильных колебаний».

*Контрольные вопросы:*

1. Вывести формулу для периода крутильных колебаний.
2. Дать определение момента инерции твердого тела.
3. Сформулировать теорему Штейнера.
4. Какое движение совершает рамка? Написать уравнение движения.
5. Какими факторами определяется величина постоянной подвеса?

### Лабораторная работа № 7

*Тема работы:* «Определение скорости пули с помощью баллистического маятника».

*Контрольные вопросы:*

1. Дать определение момента импульса материальной точки твердого тела.
2. При каких условиях выполняется закон сохранения момента импульса?
3. Проанализировать изменения энергии в течение всего эксперимента.
4. Вывести формулу периода колебаний маятника.
5. Вывести формулу для скорости пули: 
$$V = \frac{4\pi \cdot M \cdot \varphi_0 \cdot T_1 \cdot (R_1^2 - R_2^2)}{ml(T_1^2 - T_2^2)}.$$

### Лабораторная работа № 8

*Тема работы:* «Определение ускорения свободного падения с помощью оборотного и математического маятников».

*Контрольные вопросы:*

1. Используя закон динамики вращательного движения, получить уравнение гармонического осциллятора.
2. Получить формулу для периода колебаний математического маятника из формулы для периода колебаний физического маятника.
3. Как определяются направления векторов  $(\vec{\varphi}, \vec{\dot{\varphi}}, \vec{\ddot{\varphi}}, \vec{M})$ , они взаимосвязаны?
4. Что такое приведенная длина физического маятника?

### Лабораторная работа № 9

*Тема работы:* «Изучение затухающих колебаний».

*Контрольные вопросы:*

1. Вывести дифференциальное уравнение для затухающих колебаний.
2. Каково решение этого уравнения в аналитическом представлении и в графическом виде?
3. Чем отличаются затухающие колебания от незатухающих гармонических колебаний?
4. Дать определение величинам, характеризующим затухающие колебания: декремент, логарифмический декремент, добротность.

### Лабораторная работа № 10

*Тема работы:* «Изучение вынужденных колебаний».

*Контрольные вопросы:*

1. Получить дифференциальное уравнение для вынужденных колебаний.
2. С помощью векторной диаграммы вывести формулу для зависимости амплитуды вынужденных колебаний от частоты.
3. Получить выражение для резонансной частоты.
4. Что такое переходный процесс?
5. Дать различные определения добротности колебательной системы.

**Лабораторная работа № 11**

*Тема работы:* «Определение модуля упругости твердого тела».

*Контрольные вопросы:*

1. Что такое деформация?
2. Какие виды деформации встречаются на практике?
3. Для каких деформаций применяется закон Гука?
4. От чего зависит модуль Юнга?
5. Выполняется ли закон сохранения энергии для деформаций?

**Лабораторная работа № 12**

*Тема работы:* «Определение модуля сдвига методом кручения».

*Контрольные вопросы:*

1. Что такое упругие и пластические деформации?
2. Выполняется ли закон сохранения механической энергии при деформациях?
3. Какова плотность энергии упругой деформации?
4. Какова связь между модулем кручения  $K$  и модулем сдвига?

**Лабораторная работа № 13**

*Тема работы:* «Определение скорости звука в воздухе».

*Контрольные вопросы:*

1. Вывести формулу плоской волны.
2. Три вида скорости при волновом движении.
3. Уравнение скорости звуковых волн в газах.
4. Что такое стоячие волны? Вывести основные уравнения и сформулировать выводы.

**Лабораторная работа № 14**

*Тема работы:* «Столкновение на плоскости».

*Контрольные вопросы:*

1. Что такое абсолютно упругий и неупругий удары?
2. Как происходит процесс соударения тел?
3. Как определяется модуль средней силы при соударении тел?
4. Сформулируйте закон сохранения импульса и закон сохранения энергии.
5. Почему к явлению удара можно применить закон сохранения импульса?

**Лабораторная работа № 15**

*Тема работы:* «Проверка уравнения Бернулли».

*Контрольные вопросы:*

1. Что такое линия тока, трубка тока?
2. Какие бывают виды течения газа или жидкости?
3. Следствием какого фундаментального закона является закон Бернулли?
4. Каков смысл слагаемых в законе Бернулли?
5. Почему сумма трех слагаемых в законе Бернулли определена с точностью до некоторой константы?

**Лабораторная работа № 16**

*Тема работы:* «Крутильный маятник Поля, вынужденные гармонические колебания».

*Контрольные вопросы:*

1. Какой вид колебаний называется гармоническим? Запишите уравнение гармонических колебаний и назовите величины, входящие в него.
2. Какие характеристики используются для описания затухающих колебаний?
3. Что называется, декрементом затухания? Логарифмическим декрементом затухания?
4. В чем состоит условие критического затухания?

5. Каков физический смысл коэффициента  $\beta$ ?
6. Что характеризует добротность?
7. Почему реальные колебания являются затухающими? Запишите дифференциальное уравнение затухающих колебаний.
8. Во сколько раз уменьшится амплитуда затухающего колебания за время  $\Delta t = \frac{1}{\beta}$ ?
9. Может ли система совершать свободные колебания, если  $\beta = 2\omega_0$ ?
10. Как изменится амплитуда в момент резонанса, если коэффициент затухания уменьшить в два раза (считать, что  $\beta \ll \omega_0$ )?
11. Сила трения пропорциональна квадрату скорости. Можно ли утверждать, что амплитуда свободных затухающих колебаний будет экспоненциально убывать по времени?

### Лабораторная работа № 17

*Тема работы:* «Гравитационная постоянная».

*Контрольные вопросы:*

1. Сформулируйте законы Кеплера и закон всемирного тяготения.
2. Что называется колебанием и периодом колебания?
3. В чем заключается сущность эксперимента Кавендиша?
4. Что такое математический маятник?
5. Определите интенсивность взаимодействия частиц в масштабах атомного ядра (взаимодействие между протоном и электроном).
6. Сравните силу кулоновского взаимодействия с гравитационным взаимодействием между протоном и электроном.
7. В каких местах земного шара ускорение свободного падения равно  $9,81 \text{ м/с}^2$ ?