МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра микроэлектроники и общей физики

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета
_____ И.С. Огнев
(подпись)

«17» мая 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
«Механика (физический практикум)»

Направление подготовки
03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль)
Телекоммуникационные системы и технологии

Форма обучения
очная

Программа одобрена
на заседании кафедры
от «25» апреля 2022 года, протокол № 6

Программа одобрена НМК
физического факультета
протокол № 5 от «11» мая 2022 года

Ярославль

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины являются:

- приобретение практических навыков проведения физического эксперимента по дисциплинам курса физики;
- овладение теоретическими знаниями основных понятий, законов и моделей по дисциплинам курса физики;
- освоение основных методов обработки и анализа экспериментальных результатов.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 и является частью модуля «Физический практикум».

Данная дисциплина изучается вместе с соответствующей дисциплиной общего курса физики – «Механика». Дисциплина опирается на содержание дисциплины «Математический анализ», «Аналитическая геометрия и линейная алгебра». Полученные в дисциплине знания необходимы для изучения дисциплин «Методы математической физики», «Теоретическая механика», «Электродинамика», «Квантовая механика», а также ряда специальных курсов.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	**Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)**	**Перечень планируемых результатов обучения**
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-2 Способен проводить теоретические и экспериментальные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	**ИД-ОПК-2.1** Осуществляет обоснованный выбор способов и средств измерений и применяет их при проведении экспериментальных исследований	**Знать**: – основные физические величины и характеристики процессов и явлений на каждом структурном уровне организации материи, связи между физическими характеристиками явлений и процессов, области применимости количественных соотношений между физическими характеристиками, физические теории, позволяющие объяснять известные и предсказывать новые научные результаты; – методы статистической обработки результатов измерения в общем физическом практикуме. **Уметь:** − использовать математический аппарат для освоения теоретических основ и практического использования физических методов; − формулировать на математическом языке и решать физические задачи из

		их стандартного набора; − использовать законы сохранения, фундаментальные физические закономерности; − понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию; − пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики.
	ИД-ОПК-2.2 Проводит обработку и представление полученных данных и оценку погрешности результатов измерений	**Владеть:** − использования математического аппарата при решении физических задач; − использования информационных технологий при решении физических задач; − применения методов обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации**.**

4. Объем, структураи содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

№ п/п	**Темы (разделы) дисциплины, их содержание**	**Семестр**	**Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)**						**Формы текущего контроля успеваемости** **Форма промежуточной аттестации** ***(по семестрам)***
			Контактная работа					самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1	**«Методы обработки результатов физических измерений (измерительный цикл)»** лабораторные работы № 1-5	1			10	1		3	Подготовка отчета по работе. Сдача теоретического минимума, защита полученных результатов
2	**«Законы поступательного движения»** Лабораторные работы № 6-9	1			10	1		3	Подготовка отчета по работе. Сдача теоретического минимума, защита полученных ре-

									зультатов
3	**«Законы вращательного движения»** лабораторные работы № 10-15	1			11	1		3	Подготовка отчета по работе. Сдача теоретического минимума, защита полученных результатов
4	**«Упругие силы»** Лабораторные работы № 16, 17	1			10	1		3	Подготовка отчета по работе. Сдача теоретического минимума, защита полученных результатов
5	**«Колебания»** лабораторные работы № 18-20	1			10	1		3,7	Подготовка отчета по работе. Сдача теоретического минимума, защита полученных результатов
		1					0,3		Зачёт
	Всего 72 часа				**51**	**5**	**0,**3	**15,7**	

Содержание разделов дисциплины:

1. **Список лабораторных работ**

1. Статистическая обработка результатов прямых измерений.
2. Оценка точности косвенных измерений удельного сопротивления проводника.
3. Измерение линейных размеров тел.
4. Методы точного взвешивания.
5. Определение плотности жидкостей и твердых тел.
6. Определение скорости пули методом крутильного маятника.
7. Определение скорости пули методом баллистического маятника.
8. Изучение закона сохранения импульса.
9. Изучение законов прямолинейного движения тел в поле силы тяжести на машине Атвуда.
10. Маятник Обербека.
11. Определение момента инерции твердых тел методом трифилярного подвеса.
12. Определение момента инерции диска. Проверка теоремы Штейнера.
13. Определение момента инерции тела, движущегося по наклонной плоскости.
14. Маятник Максвелла.
15. Проверка закона сохранения момента импульса.
16. Определение модуля кручения статическим методом.
17. Определение модуля кручения динамическим методом.
18. Определение ускорения свободного падения из колебаний математического и физического маятников.
19. Изучение собственных колебаний физического маятника с пружинами.
20. Изучение колебаний связанных маятников.

5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

Лабораторное занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков и закреплению знаний, полученных на лекциях и практических

занятиях. Это форма организации обучения, когда студенты по заданию и под руководством преподавателя выполняют одну или несколько лабораторных работ. Основные дидактические цели лабораторных работ – экспериментальное подтверждение изученных теоретических положений, проверка формул, ознакомление с методикой проведения экспериментов, исследований. В ходе работы студенты вырабатывают умения наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков. Одновременно у студентов формируются профессиональные умения и навыки обращения с приборами, аппаратурой и другими техническими средствами для проведения опытов. В соответствии с дидактическими целями определяется содержание лабораторных работ: изучение свойств веществ, их качественных характеристик, количественных показателей, изучение устройства и работы приборов, оборудования, их испытание, снятие характеристик и т. д.

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

Консультация – занятие, посвящённое консультациям по организации самостоятельной работы, ответам на вопросы студентов или разбору трудных тем.

6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

– для формирования текстов методических материалов для лабораторных работ, промежуточной и текущей аттестации, а также отчетов студентов по лабораторным работам – пакеты Microsoft Office и Open/Libre Office;

– для расчёта формул – программа Wolfram Mathematica;

– для обработки результатов данных Excel.

7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT» http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики. Т. I. Механика. : учебное пособие : Для вузов. / Сивухин Д. В. - 4-е изд. , стереот. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 560 с. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922102257.html
2. Механика. Физический практикум. Измерительный цикл: учеб. пособие. / В. П. Алексеев, Е. О. Неменко, В. А. Папорков, Е. В. Рыбникова; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова, Науч.-метод. совет ун-та - Ярославль: ЯрГУ, 2012. - 111 с. Электронная версия: http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20120707.pdf.
3. Механика. Физический практикум. Законы движения. Колебания. Упругие силы [Электронный ресурс]: учеб. пособие. / В. П. Алексеев, Е. О. Неменко, В. А. Папор-

ков, Е. В. Рыбникова; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова, Науч.-метод. совет ун-та - Ярославль: ЯрГУ, 2013. - 143 с. URL: http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20130706.pdf.

б) дополнительная литература

1. Савельев И. В. Курс общей физики: В 5 кн. Учеб. пособие для вузов.. Кн.1, Механика. / И. В.Савельев - М.: Астрель,АСТ, 2004. – 336 с.
2. Савельев И. В. Курс общей физики. В 4 т. Т. 1: Механика. Молекулярная физика и термодинамика. М.: КНОРУС, 2009.
3. Трофимова Т. И. Курс физики: Учебное пособие для вузов. / Т. И.Трофимова; М-во образования РФ - 7-е изд.,стереотип. - М.: Высш.шк., 2001. - 542с.
4. Зайдель А. Н. Ошибки измерений физических величин. / А. Н. Зайдель; АН СССР, Физико-техн. ин-т - Л.: Наука, 1974. - 108 с.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения лабораторных работ;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций,
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Число посадочных мест в аудитории для лабораторных работ больше либо равно половине списочного состава группы обучающихся. Для проведения лабораторных работ группа обучающихся делится на две подгруппы.

Лаборатория «Механика»

Лабораторная работа №1

- Линейка
- Измеряемое тело

Лабораторная работа №2

- Установка FPM-01 для определения удельного сопротивления проволоки
- Штангенциркуль
- Микрометр

Лабораторная работа №3

- Штангенциркуль
- Микрометр
- Измерительный микроскоп
- Линейка
- Набор измеряемых тел (прямоугольный параллелепипед, цилиндр, проволока)

Лабораторная работа №4

- Весы технические
- Набор разновесок
- Взвешиваемое тело
- Тара (песок)

Лабораторная работа №5

- Аналитические электронные весы Ohaus Explorer Pro EP214
- Пикнометр
- Набор взвешиваемых тел (дробь, раствор соли) и дистиллированная вода

Лабораторная работа №6

- Лабораторная установка FPM-05 "Крутильный маятник"
- Штангенциркуль
- Аналитические весы (те же, что и в Лабораторной работе №5)

Лабораторная работа №7

- Лабораторная установка ЛКМ-5 с набором принадлежностей
- Аналитические весы (те же, что и в Лабораторной работе №5)

Лабораторная работа №8

- Лабораторная установка "Закон сохранения импульса" (Росучприбор)

Лабораторная работа №9

- Лабораторная установка FPM-02 "Машина Атвуда"

Лабораторная работа №10

- Лабораторная установка FPM-06 "Маятник Обербека"
- Лабораторная установка "Маятник Обербека" (Росучприбор)
- Штангенциркуль

Лабораторная работа №11

- Лабораторная установка "Трифилярный подвес" (собств. изг.)
- Счетчик-секундомер FPM-04 или ФПМ-04
- Штангенциркуль
- Линейка 1м или рулетка

Лабораторная работа №12

- Лабораторная установка "Определение момента инерции диска" (Росучприбор)

Лабораторная работа №13

- Лабораторная установка "Определение момента инерции тела, движущегося по наклонной плоскости" (Росучприбор)

Лабораторная работа №14

- Лабораторная установка FPM-03 "Маятник Максвелла"

Лабораторная работа №15

- Лабораторная установка "Закон сохранения момента импульса" (Росучприбор)

Лабораторная работа №16

- Лабораторная установка "Модуль кручения - статический метод" (собств. изг.)
- Лазер ЛГН-109
- Набор грузов
- Рулетка

Лабораторная работа №17

- Лабораторная установка "Модуль кручения - динамический метод" (собств. изг.) с набором грузов (2 шт.)
- Секундомер

Лабораторная работа №18

- Лабораторная установка FPM-04 "Маятник универсальный"
- Лабораторная установка ФМ-4 "Маятник универсальный"

Лабораторная работа №19

- Лабораторная установка "Физический маятник с пружинами" (собств. изг.)

Лабораторная работа №20

- Лабораторная установка "Связанные маятники" (собств. изг.)

Автор:

ст. препод. каф. МОФ, к.ф.-м.н. Романов Д.Н.

Приложение №1 к рабочей программе дисциплины
«Механика (физический практикум)»

Фонд оценочных средств
для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации студентов
по дисциплине

1. Типовые контрольные задания или иные материалы, используемые в процессе текущего контроля успеваемости

(проверка сформированности компетенции ОПК-2 (индикаторы ИД-ОПК-2_2))

Подготовка отчета по работе

При выполнении лабораторной работы студент должен представить её результаты в форме отчета согласно единым требованиям. Отчёт подаётся каждым студентом индивидуально. Критерии оценивания отчёта см. в общей таблице критериев, строки «отчёт», «результаты исследования», «объяснения и выводы».

Сдача теоретического минимума

Перед выполнением лабораторной работы студент должен ответить на вопросы преподавателя об особенностях изучаемых объектов, процессов и явлений, о методах исследования и используемом оборудовании. Вопросы берутся из «Списка контрольных вопросов по физическому практикуму по механике». Критерии оценивания см. в общей таблице, строка «ответы на вопросы при допуске и защите».

Список контрольных вопросов по физическому практикуму по механике

1. Назовите типы ошибок.
2. Охарактеризуйте 3 группы систематических ошибок.
3. В каких случаях измерение производится один раз, а в каких несколько раз?
4. Чем определяется необходимое число измерений?
5. Какие предположения приводят к Гауссову закону распределения ошибок?
6. Средняя квадратичная и средняя арифметическая ошибки.
7. Какие два параметра характеризуют величину случайной ошибки?
8. Закон сложения случайных ошибок.
9. Чему равна средняя квадратичная погрешность среднего арифметического?
10. Порядок определения доверительных интервалов и доверительных вероятностей при любом небольшом числе измерений.
11. Как определяется доверительный интервал для заданного значения среднеквадратичного отклонения?
12. Правило обнаружение промахов.
13. Оценка результирующей ошибки, когда систематическая и случайная ошибки измерений близки друг к другу.
14. Правило определения числа значащих цифр при записи окончательного ответа.
15. На каких главных предположениях о свойствах случайных погрешностей основан закон нормального распределения Гаусса?
16. Что называется доверительным интервалом? От чего зависит его величина?

17. Как определить доверительный интервал при заданной доверительной вероятности?
18. Как определить абсолютную ошибку косвенных измерений через ошибки прямых измерений?
19. Как определить величину относительной ошибки косвенных измерений?
20. На установке возможны две схемы включения амперметра и вольтметра. Какая из них является более корректной и почему?
21. Какова систематическая погрешность измерения удельного сопротивления для каждой их схем?
22. Каковы возможные источники погрешностей в данной установке?
23. Что представляют собой прямой и обратный нониусы?
24. Как определить точность нониуса, если таковая величина на измерительном инструменте не указана?
25. Расскажите об устройстве штангенциркуля.
26. Как производится измерение штангенциркулем?
27. Почему в некоторых штангенциркулях с точностью 0,1 общая длина нониуса равна не 9, а 19, 29, 39 делениям основной шкалы?
28. Как построить прямой нониус с произвольной точностью, чтобы одно деление нониуса было короче не одного, а нескольких делений основной шкалы?
29. Чему равна погрешность штангенциркуля с точностью 0,1 мм и микрометра с точностью 0,01 мм?
30. Как устроен микрометр?
31. Как правильно производить измерения с помощью микрометра?
32. Для чего микрометр оснащён трещёткой?
33. Для измерения размеров каких тел нельзя воспользоваться микрометром?
34. Чему равна погрешность измерительного микроскопа?
35. Что называется весом тела? массой тела? Как они связаны?
36. В каких единицах измеряется вес тела в системах СИ и СГС?
37. Одинаков ли вес тела в различных географических точках поверхности Земли?
38. Одинаковым ли будет результат взвешивания тела на рычажных весах в различных географических точках поверхности Земли? на пружинных весах?
39. Как формулируется условие равновесия рычага?
40. Каковы особые методы взвешивания и в каких случаях их надо применять?
41. Исключают ли особые методы взвешивания ошибку, обусловленную выталкивающей силой со стороны воздуха?
42. Что такое плотность и удельный вес тела?
43. В каких единицах измеряется плотность и удельный вес в системах СГС и СИ?
44. Объясните, почему применение в данной работе мерного стакана (мензурки) вместо пикнометра даст значительное ухудшение точности результата.
45. Какие существуют методы определения плотности тел?
46. Как определить плотность жидкости с помощью пикнометра?
47. В чем заключается метод определения плотности твердых тел пикнометром?
48. Определите степень точности, с которой Вы нашли плотности жидкости и твердого тела.
49. Можно ли пользоваться приведенной теорией, если удар пули о мишень происходит под углом, отличным от прямого?
50. При каких упрощающих предложениях развита теория опыта?
51. При каких амплитудах колебаний маятника следует измерять периоды T1 и T2?
52. Почему необходимо, чтобы пуля прилипала к мишени?
53. По экспериментальным результатам оцените кинетическую энергию маятника.
54. Оцените, какая часть кинетической энергии пули при ударе переходит в теплоту.
55. Какое движение называют баллистическим?

56. Можно ли пользоваться приведенной теорией, если удар пули о мишень происходит под углом, отличным от прямого?
57. При каких упрощающих предположениях развита теория опыта?
58. Сформулируйте законы сохранения импульса и момента импульса для данной механической системы.
59. Какое движение называют баллистическим?
60. Какие условия должны быть соблюдены для успешных измерений хронографом в данной установке.
61. От чего зависит точность времяпролётного хронографа?
62. Запишите закон сохранения импульса для замкнутой механической системы.
63. Запишите закон сохранения импульса при неупругом центральном ударе.
64. Запишите закон сохранения механической энергии (ЗСМЭ) при упругом центральном ударе двух тел.
65. При каких ударах выполняется закон сохранения механической энергии? закон сохранения импульса? оба закона?
66. Почему соударяющиеся шайбы можно считать замкнутой системой?
67. Какие прямые измерения необходимо сделать в работе для проверки выполнения закона сохранения импульса?
68. От каких величин зависит скорость ударяющего тела? импульс и скорость тел после неупругого удара?
69. Какой удар называется центральным?
70. Какой удар называется нецентральным?
71. От чего зависит направление движения тел после нецентрального удара?
72. Рассмотрите движение тел одинаковой массы после центрального удара.
73. Какие законы механики проверяются на машине Атвуда?
74. В чём отличие массы и веса тела?
75. Сформулируйте и запишите второй закон Ньютона.
76. Изменяется ли натяжение нити (при движении грузов), если один перегрузок заменить другим?
77. Получите зависимость $M/m=f(t2)$.
78. Сформулируйте закон пути.
79. Сформулируйте закон скоростей.
80. В чём состоит идея метода измерения g с помощью мащины Атвуда?
81. Что называется моментом сил, плечом силы? Какова размерность единицы его измерения в системе СИ?
82. Что называется моментом инерции тела относительно оси вращения?
83. Сформулируйте основной закон динамики вращательного движения. Сравните с поступательным движением.
84. Как определить момент силы, приводящей во вращение маятник Обербека?
85. Как определить линейное ускорение груза и угловое ускорение маховика?
86. Объяснить зависимость момента инерции маятника от расположения грузов на крестовине.
87. Почему стремятся уменьшать момент сил трения?
88. Какую из величин в данных экспериментах следует измерять с наибольшей точностью?
89. Сформулируйте и докажите теорему Гюйгенса-Штейнера.
90. Выведите формулу для момента инерции тела правильной геометрической формы – шара, стержня, диска и т. п.
91. Что называют моментом силы? Что называют моментом инерции материальной точки? тела?
92. Каков физический смысл момента инерции тела?
93. Чему равна кинетическая энергия вращающегося тела?

94. Как теоретически можно вычислить момент инерции тела любой
95. формы относительно оси вращения? Вывести момент инерции тела правильной геометрической формы (шар, диск, стержень).
96. Сформулируйте теорему о переносе осей момент инерции? Каково её
97. практическое значение?
98. Какова общая идея метода определения моментов инерции тел при помощи крутильных колебаний?
99. Какое свойство момента инерции при этом используется?
100. Как зависит момент инерции твёрдого тела от его массы и от распределения массы тела относительно оси вращения?
101. От каких величин зависит момент инерции диска?
102. По какой формуле его рассчитывают в опытах?
103. Запишите закон сохранения энергии для системы ``диск-груз".
104. На что расходуется потенциальная энергия груза при его опускании?
105. На что расходуется кинетическая энергия системы при движении груза вверх?
106. Какое положение груза соответствует наибольшей кинетической энергии маховика?
107. По какой формуле определяют работу, затраченную на преодоление сил трения?
108. Укажите величины кинетической и потенциальной энергии при скатывании тела: в начале и в конце движения, в нижней точке и в произвольной точке.
109. Опишите характер движения тела по направляющим. Какие силы создают момент относительно оси вращения, мгновенной оси вращения?
110. Как измеряют угловую скорость ω в данной работе?
111. Какие величины измеряют для определения скорости ω, момента сил трения, работы сил трения?
112. Какие уравнения лежат в основе динамических методов определения момента инерции?
113. Что составляет основу методики расчётного метода определения величины J?
114. Укажите возможные источники случайных и систематических погрешностей при измерениях.
115. Сформулируйте закон изменения, сохранения полной механической энергии тела, системы тел.
116. Сформулируйте и напишите, что такое момент силы, момент инерции, угловая скорость и угловое ускорение, момент импульса материальной точки и тела.
117. Как изменяется кинетическая энергия маятника при его движении?
118. Как изменяется потенциальная энергия маятника при его движении?
119. Сформулируйте и запишите законы изменения импульса и момента импульса для маятника Максвелла.
120. Сформулируйте закон сохранения механической энергии и условия его выполнения.
121. Напишите основной закон динамики вращательного движения.
122. Какова аналогия между основными характеристиками поступательного и вращательного движения?
123. Что такое математический маятник? физический маятник?
124. От чего зависит период малых колебаний физического маятника?
125. Что называется моментом импульса материальной точки, тела?
126. Как направлен момент импульса?
127. Запишите закон сохранения момента импульса системы из двух маятников.
128. Как можно определить начальную скорость маятника до взаимодействия?
129. Какие величины измеряют для этого?
130. От каких величин зависит момент инерции маятника? Как его изменяют в данной установке?

131. Как рассчитывают расстояние до центра масс системы из двух маятников?
132. От чего зависит угловая скорость маятника перед взаимодействием?
133. Чему равна энергия маятника перед взаимодействием? после взаимодействия?
134. Как распределены упругие деформации сдвига по длине стержня?
135. Какие измерения вносят максимальную погрешность при определении модуля сдвига?
136. Дать определение однородных и неоднородных, пластических и упругих деформаций.
137. Каков физический смысл модуля кручения и модуля сдвига?
138. Как связаны между собой модули кручения и сдвига?
139. Каковы границы применимости законов Гука для различных видов деформаций?
140. Какими величинами характеризуется напряжённое состояние образца для однородной и неоднородной деформации?
141. Что такое напряжение?
142. Сформулируйте объединённый закон Гука для растяжения (сжатия) и для деформации сдвига.
143. При определении модуля сдвига динамическим способом указывалось, что период колебаний не зависит от амплитуды только при сравнительно небольших значениях последней. Объясните качественно, как будет меняться период при возрастании амплитуды?
144. Как распределены упругие деформации сдвига по длине проволоки в случае крутильных колебаний?
145. Какие измерения вносят максимальную погрешность при определении модуля сдвига?
146. Чем ограничена амплитуда гармонических колебаний крутильного маятника?
147. Виды деформаций твердого тела. Упругие и пластические деформации.
148. Вид закона Гука для различных видов деформаций.
149. В чем суть экспериментального нахождения модуля кручения методом крутильных колебаний.
150. Какому методу измерений ускорения силы тяжести вы отдаёте предпочтение? Почему?
151. Как влияют на точность опытов колебания температуры, сила трения, амплитуда колебаний маятника?
152. Что называется приведенной длиной физического маятника?
153. При каком условии точка подвеса и центр качания физического маятника расположены симметрично относительно его центра масс?
154. При каком расстоянии от опорной призмы до центра масс период колебаний маятника минимален?
155. Покажите, что точка опоры маятника и точка его качания лежат по разные стороны от центра масс.
156. Выведите формулу для периода нелинейных колебаний математического маятника.
157. От чего зависит величина ускорения силы тяжести?
158. Рассмотрите оборотный маятник, имеющий вид тонкого однородного стержня длины L с двумя невесомыми подвижными призмами.
159. Сформулируйте теорему Гюйгенса.
160. Где и для каких целей используются маятники?
161. Дайте определение момента сил и момента импульса.
162. Сформулируйте законы вращательного движения.
163. Почему маятник необходимо устанавливать по уровню?
164. Как выглядит дифференциальное уравнение колебаний маятника с пружинами?
165. Какой вид имеет решение этого уравнения?

166. Каким образом период колебаний зависит от массы груза?
167. Каким образом период колебаний зависит от жесткости пружины?
168. Зависит ли частота колебаний пружинного маятника от амплитуды колебаний?
169. Каким был бы результат опыта в условиях невесомости?
170. Проанализируйте возможные причины погрешности в каждом из экспериментов.
171. Какие системы называются связанными?
172. Как определяется вращающий момент в связанных маятниках?
173. На что влияет жесткость пружины и точка её крепления на спице?
174. Что такое биения; при каких условиях они возникают?
175. Как определить частоту биений?
176. В чём заключается явление резонанса?
177. Получите уравнения колебаний связанных идентичных маятников и охарактеризуйте их решения.
178. Охарактеризуйте собственные (нормальные) моды системы связанных маятников и приведите формулы для собственных частот.
179. Как по данным измерения собственных частот можно определить жесткость пружины?
180. Что такое нормальные колебания?

Защита полученных результатов

После выполнения работы и оформления отчёта проводится защита полученных результатов по всем существенным критериям (см. таблицу критериев). Защита считается успешной, если все критерии выполнены не хуже, чем на пороговом уровне.

Критерии оценивания сдачи теоретического минимума, отчётов по лабораторным работам и защиты работ

Критерий	Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
Качество модели	Адекватная объекту исследований и заданным условиям	Адекватная объекту исследований и заданным условиям	Адекватная объекту исследований и заданным условиям
Методика	Соблюдена не полностью, есть отступления, повлекшие погрешности или выход в режимы, не описываемые моделью	Соблюдена, однако выясняется, что студент не понимает, почему именно предписанные действия следует предпринимать	Соблюдена полностью и осмысленно
Отчёт	Имеет 1-2 недостатка, однако в целом соответствует требованиям к отчёту по лабораторным работам и читабелен	Имеет некоторые незначительные недостатки в оформлении или представлении результатов	Соответствует всем требованиям к отчёту по лабораторным работам, аккуратно оформлен
Результаты исследования	В целом соответствуют заданию и адекватны объекту, однако погрешность результатов не контролировалась	Соответствуют заданию, адекватны объекту, имеется статистическая обработка результатов	Полностью соответствуют заданию, корректно отображают объект исследования в заданных условиях, погрешность

Критерий	Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
			контролировалась, обработка результатов проведена
Объяснения и выводы	Объяснения отрывочны, выводы бессодержательные, причины расхождения с теорией (если требовалось) не объяснены	В объяснениях есть гипотезы и аргументы в их пользу, однако не продемонстрировано уверенное владение методологией и терминологией в данной области	Объяснения проводятся с отсылками к наименованиям и формулировкам законов, указанием методов, аргументация логичная, сделанные выводы соответствуют свойствам исследуемого объекта
Ответы на вопросы при допуске и защите	Правильные ответы на большинство вопросов, однако, излишне краткие или с ошибками в терминологии.	Полные ответы практически на все вопросы с незначительными недостатками и некоторой нехваткой терминологической лексики	Развёрнутые, корректные ответы на все вопросы, с отсылками к наименованиям и формулировкам законов, указанием методов, аргументация логичная.

2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

На зачёте проверяется сформированность компетенции ОПК-2 (индикаторы ИД-ОПК-2_1).

Зачет по физическому практикуму по механике выставляется по итогам текущей аттестации, при выполнении студентом установленного количества лабораторных работ.

3. Описание процедуры оценивания

Зачет по физическому практикуму по механике выставляется по итогам текущей аттестации, при выполнении студентом установленного количества лабораторных работ.По итогам зачёта выставляется одна из оценок: «зачет» или «незачет».

Оценка «зачет» выставляется студенту, который подготовил отчёты по лабораторным работам, знает физические величины и их единицы измерения, формулировки основных физических законов электромагнетизма, методов обработки результатов, умеет пользоваться предоставленными приборами и установками, умеет использовать материалы к лабораторным работам, владеет навыками практического применения лабораторных установок и приборов в конкретной лабораторной работе.

Оценка «незачтено» выставляется студенту, у которого не подготовлен хотя бы один отчёт по необходимым лабораторным работам, который не знает физические величины и их единицы измерения, формулировки основных физических законов электромагнетизма, методов обработки результатов, не умеет пользоваться предоставленными приборами и установками, не умеет использовать материалы к лабораторным работам или не владеет навыками практического применения лабораторных установок и приборов в конкретной лабораторной работе.

Приложение № 2 к рабочей программе дисциплины
«Механика (физический практикум)»

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Физический практикум по механике играет важную роль в процессе изучении студентами основных физических законов и закономерностей, прививает им навыки самостоятельной постановки и проведения физического эксперимента, знакомит их с методами обработки результатов измерений и представлением полученных данных в виде графиков и таблиц. В физическом практикуме рассмотрены основные законы механики. Обсуждается применение установленных закономерностей в науке и технике.

1. Занятия проходят по расписанию физического факультета в лаборатории 202 (1 учебного корпуса) – лаборатория «Механика».

2. Ответственным за проведение занятий в каждой группе является преподаватель, ведущий в этой группе физический практикум. В лаборатории, как ответственный за работу приборов и аппаратуры, присутствует лаборант. Каждый студент заранее получает информацию о номере лабораторной работы физического практикума, которую ему предстоит выполнять на очередном занятии.

3. Студент должен без опоздания явиться в лабораторию, где выполняется физический практикум.

4. На занятия физического практикума студент должен приходить подготовленным к выполнению лабораторной работы, что означает: усвоение теоретического материала по теме лабораторной работы, знание порядка ее выполнения, основных элементов установки, методов обработки результатов. При подготовке следует изучить описание и дополнительный материал в рекомендованной литературе (в конце описания), подготовить ответы на контрольные вопросы.

5. После изучения описания лабораторной работы студент должен подготовить в рабочей тетради конспект теоретического материала, привести схему экспериментальной установки и основные расчетные формулы, приготовить таблицы для записи результатов экспериментов, указать названия упражнений.

6. Измерения на установке производятся в том порядке, который указан в описании лабораторной работы. В рабочую тетрадь, или, как правило, в заранее подготовленную таблицу, студент должен записать результаты всех проведённых прямых измерений непосредственно во время эксперимента. Все данные записываются в таблицу только ручкой, предельно аккуратно, с указанием размерности измеряемых величин. Если для обработки данных используется компьютер, то данные сначала записываются в тетрадь и только потом в компьютер. Если студент не может объяснить, как они получены, то это может послужить основанием для неудовлетворительной оценки. По окончании выполнения эксперимента студент представляет результаты измерений преподавателю. Преподаватель подписывает результаты в рабочей тетради студента и делает отметку о выполнении работы в своей книжке. Только после этого лабораторная работа считается выполненной, а студент имеет право покинуть лабораторию.

7. Для сдачи работы студент должен выполнить все задания, приведенные в описании лабораторной работы. В рабочей тетради должны быть представлены результаты обработки экспериментальных данных и погрешности (с указанием расчетных формул для их оценки). В конце отчета приводятся основные результаты и формулируются выводы. Отчет по лабораторной работе сдается во время очередного занятия практикума преподавателю. Преподаватель знакомится с полученными результатами, задает дополнительные вопросы и, с учетом ответов студента по теоретическим и экспериментальным результатам ставит оценку за выполненную работу. Если ответы студента не удовлетворяют преподавателя или обработка результатов проведена не в полном объе-

ме, то преподаватель имеет право отправить студента для дополнительной подготовки и повторной сдачи лабораторной работы.

8. Преподаватель имеет право поставить за работу студента по выполнению задачи оценку «не зачтено». В этом случае задача считается несданной, а ее результаты аннулируются.

9. Лабораторная работа должна быть сдана в течение трех последующих занятий физического практикума после ее выполнения. По истечении этого срока преподаватель, имеет право отказать в приеме отчета.

10. Студент, своевременно выполнивший и сдавший лабораторные работы, получает оценку «зачтено», которая проставляется преподавателем группы в зачетную книжку, а также в зачетную ведомость. Для студентов, имеющих по окончании физического практикума несданные лабораторные работы, организуется комиссия по практикуму, на которой разрешается сдать работы, выполненные ранее. Выполнение лабораторного практикума на комиссии не допускается. На комиссии должны присутствовать все студенты, не получившие зачет по практикуму. Комиссия выясняет причины невыполнения учебного плана по практикуму. С учетом предъявленных студентом объяснений и справок комиссия принимает решение о зачете или незачете по практикуму.

ЕДИНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ
к оформлению отчёта по лабораторным работам

1) Порядковый номер и наименование лабораторной работы.
2) Цель работы.
3) Перечень используемого оборудования с указанием основных параметров установок и приборов.
4) Основные теоретические сведения и расчетные формулы.
5) Функциональную и принципиальную схему лабораторной установки.
6) Предварительные расчеты, выполненные при подготовке к выполнению работы (где это требуется по описанию работы).
7) Содержание работы (порядок выполнения).
8) Ход выполнения работы:
а) таблицы с результатами вычислений;
б) графики экспериментальных и расчетных зависимостей.

Примечание: графики вычерчиваются на миллиметровой бумаге или с помощью компьютера и вклеиваются в отчет. На каждом графике строятся только те зависимости, которые предусмотрены соответствующим пунктом описания. Особое внимание следует обратить на рациональный выбор масштабов по осям координат. Графики экспериментальных зависимостей следует выполнять так, чтобы были ясно видны точки снятых отсчетов. Поскольку получаемые точки имеют некоторый разброс, то кривые следует проводить между ними, сообразуясь с физическими закономерностями.
9) Оценку ошибок измерений и вычислений.
10) Краткие выводы: критические сопоставления результатов эксперимента и теоретических положений, объяснения расхождений между ними (в случае их наличия).