

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Физический факультет

Утверждено

решением Ученого совета ННГУ
протокол от «31» мая 2023 г. № 6

Рабочая программа дисциплины

**Физический практикум
(термодинамика)**

Уровень высшего образования
бакалавриат

Направление подготовки / специальность
09.03.02 Информационные системы и технологии

Направленность образовательной программы
**Информационные системы и технологии в физических
исследованиях**

Форма обучения
очная

Год начала подготовки

2022 год

Нижний Новгород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Физический практикум (термодинамика)» (Б1.В.02.02) относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана основной образовательной программы.

Дисциплина преподается в 2 семестре.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
ПК-13. Способен участвовать в постановке и проведении экспериментальных исследований, в обработке и анализе результатов	ПК-13.1. Знать основные принципы планирования, постановки и проведения экспериментальных исследований.	<i>Знать</i> методы исследования, применяемые при решении научно-исследовательской задачи; методы научного анализа и обобщения фактического материала, используемого в процессе исследования;	Устный опрос
	ПК-13.2. Уметь осуществлять постановку и проведение компьютерного и натурального эксперимента.	<i>Уметь</i> применять теоретические знания для решения практических задач; использовать опыт обработки, анализа и систематизации научных и инженерных расчетов, экспериментальных исследований, оценки их практической значимости и возможной области применения;	Отчет по лабораторной работе
	ПК-13.3. Владение опытом постановки и проведения экспериментов по разработанной методике.	<i>Владеть</i> навыками организации и проведения самостоятельных теоретических и (или) экспериментальных исследований, оптимизации решений.	Отчет по лабораторной работе
ПК-14. Способен обосновывать правильность выбранной модели, сопоставляя результаты экспериментальных данных и полученных решений в области	ПК-14.1. Знать основные методы обработки и сравнения результатов экспериментальных данных и полученных решений.	<i>Знать</i> основные физические явления и законы классической и современной физики;	Устный опрос
	ПК-14.2. Уметь	<i>Уметь</i> применять полученные знания	Отчет по

применения информационных технологий в физических исследованиях и смежных областях	обосновывать правильность выбранной модели.	по физике при изучении и проведении работ	лабораторной работе
	ПК-14.3. Владеть опытом выбора и обоснования правильности выбранной модели, сопоставления результатов экспериментальных данных и полученных решений.	<i>Владеть</i> современной научной аппаратурой	Отчет по лабораторной работе

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

Очная форма обучения	
Общая трудоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	37
- занятия лекционного типа, ч	
- практические занятия, ч	
- лабораторных, ч	36
самостоятельная работа, ч	35
Промежуточная аттестация	зачет

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				
		из них				
		Занятия лекционного типа	Практические занятия	Занятия лабораторного типа	Всего	
Тема 1. Механика твердого тела	28			16	16	12
Тема 2. Поверхностное натяжение жидкости	14			6	6	8

Тема 3. Термодинамика	15			6	6	9
Тема 4. Статистические распределения	10			4	4	6
Текущий контроль					1	
<u>Итого</u>	Error! Re source not	Error! Re source not	Error! Re source not	Error! Re source found.	Error! Re source not f	Error! Re source found.

Список лабораторных работ

1. Определение момента инерции махового колеса
2. Определение моментов инерции твердых тел с помощью трифилярного подвеса
3. Маятник Обербека
4. Определение моментов инерции относительно нецентральных осей
5. Физический маятник
6. Определение адиабатической постоянной воздуха
7. Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости
8. Статистические закономерности радиоактивности

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий лабораторного типа, индивидуальных консультаций

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме -зачет.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

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

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 6.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения, Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка	Уровень подготовки
Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
незачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1 Контрольные вопросы

№	Вопросы	Код формируемой компетенции
1.	Как влияют на движение колеса его момент инерции, масса груза, радиус шкива? Поясните ответ графиками зависимости угловой скорости и углового ускорения колеса от времени.	ПК-13
2.	Как изменится период колебаний физического маятника, если изменить диаметр колеса, не меняя массы? Если груз перенести ближе к оси? Если груз разделить пополам и закрепить на одном диаметре на одинаковых от оси расстояниях?	ПК-14
3.	Как влияет на движение маятника радиус шкива? Ответ поясните графиком зависимости углового ускорения от радиуса шкива?	ПК-14
4.	Начертите графики зависимости от времени ускорения, скорости и координаты груза, углового ускорения, угловой скорости и угла поворота	ПК-14

	маятника для нескольких циклов падения и подъема груза. Что происходит с ускорением груза в нижней точке? Почему?	
5.	Чем определяется величина угла, на который можно закручивать проволоку в данном опыте?	ПК-13
6.	Какой силой можно удержать проволоку, закрученную на угол α ? Определить работу, которую нужно совершить, чтобы закрутить проволоку на угол α . Получите выражение для потенциальной энергии закрученной проволоки.	ПК-14
7.	Как изменяются угловое ускорение и угловая скорость платформы во время колебаний?	ПК-14
8.	Получите уравнение колебаний физического маятника, используя закон сохранения энергии.	ПК-14
9.	Рассчитайте момент инерции тонкого стержня. Чему равна приведенная длина для такого стержня?	ПК-14
10.	Постройте качественно график зависимости $T \cdot l$ от l (Т – период физического маятника, l – расстояние от точки подвеса до центра масс физического маятника). Что он собой представляет? Как по нему определить ускорение свободного падения? Что представляет собой график $T(l)$? Постройте его качественно, объясните характер зависимости? Как по нему определить приведенную длину	ПК-14
11.	Опишите метод обратного маятника.	ПК-14
12.	Предложите экспериментальный способ определения положения центра масс полудиска и реализуйте его.	ПК-13
13.	Докажите, что кинетической энергией поступательного движения платформы можно пренебречь.	ПК-14
14.	Вывести формулы для определения моментов инерции тел. Рассчитать положение центра масс однородного полудиска.	ПК-14
15.	Изобразите равновесные состояния, при которых проводились отсчеты и процессы перехода между ними в плоскостях (Р, Т), (V, Т). Напишите уравнения кривых, изображающих эти процессы.	ПК-14
16.	Оцените величину понижения температуры при адиабатическом расширении воздуха в опыте.	ПК-13
17.	Почему с увеличением расстояния между динамиком и микрофоном вертикальный размер картины на экране осциллографа уменьшается, а горизонтальный остается неизменным?	ПК-14
18.	Можно ли применяемыми в данной работе методами определить коэффициент поверхностного натяжения жидкости, не смачивающей стенки капилляра?	ПК-14

19.	Используя данные опыта, оцените величину свободной энергии воды, связанной с наличием границы раздела вода-воздух?	ПК-13
20.	Назовите основные типы и характеристики радиоактивного распада.	ПК-14
21.	Что такое случайное событие и его вероятность?	ПК-14
22.	Какие типы случайных величин вы знаете?	ПК-14

5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-13

К работе «Определение момента инерции махового колеса»

1. Составьте план эксперимента, позволяющего определить момент инерции махового колеса методом вращения. Произведите измерения при различных значениях массы груза и радиуса шкива, объедините полученные результаты как неравноточные и определите момент инерции махового колеса.
2. Составьте план эксперимента, позволяющего определить момент инерции махового колеса методом колебаний. Определите момент инерции махового колеса методом колебаний.

К работе «Определение коэффициента поверхностного натяжения»

1. Определите коэффициент поверхностного натяжения воды тремя способами. Какой способ точнее? С чем это связано? Как повысить точность?
2. В способе №1 (с помощью кольца и динамометра) изучите влияние примесей (мыла, сахара и т.п.) на значение коэффициента поверхностного натяжения воды. Исследуйте зависимость коэффициента поверхностного натяжения от температуры.

5.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-14

К работе «Определение момента инерции махового колеса»

1. Сравните моменты инерции махового колеса, полученные двумя методами. В чем причина различий. Оцените, нужно ли учитывать моменты инерции шкивов и оси. Влияет ли это на результат, полученный методом вращения.
2. Решите тот же вопрос относительно момента инерции дополнительного груза в методе колебаний.

К работе «Определение коэффициента поверхностного натяжения»

1. Можно ли применяемыми в работе способами определить коэффициент поверхностного натяжения жидкости, не смачивающей стенки капилляра? Если да, предложите метод, если нет, объясните, почему.
2. Используя данные опыта оцените величину свободной энергии воды, связанной с наличием границы раздела вода-воздух.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. М.: Высшая школа, 1981. <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=259889&DB=1> (121 экз)
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.2. Термодинамика и молекулярная физика. М.:Наука, 1990. <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=66961&DB=1> (92 экз)
3. Сборник задач по общему курсу физики. Книга II. Термодинамика и молекулярная физика[Электронный ресурс] / Гинзбург В.Л., Левин Л.М., Сивухин Д. В., Яковлев И.А.; Под ред.Д. В. Сивухина. - 5-е изд., стер. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006 <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922106031.html>
4. Иродов, И.Е. Задачи по общей физике [Электронный ресурс] : учеб.пособие — Электрон.дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 416 с. — Режим доступа:<https://e.lanbook.com/book/71750>
5. Иверонова В.И. (ред.) Физический практикум. Механика и молекулярная физика (2-е изд.).М.: Наука, 1967 <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Iveronova1967ru.djvu>

б) дополнительная литература:

1. Базаров И.П. Термодинамика. М. Высшая школа, 1991. <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=430195&DB=1> (22 экз)
2. Иродов И.Е. Физика макросистем. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=466672> (9 экз)

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины) <http://www.phys.unn.ru/methodological/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: оборудование для проведения лабораторных работ.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО ННГУ с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по направлению подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии».

Автор (ы):

К.п.н, доц. Лебедева О.В.

Рецензент

д.ф.-м.н., профессор, зав. каф.
статистической радиофизики и
мобильных систем связи РФФ

Мальцев А.А.

Заведующий кафедрой ИТФИ
д.т.н., профессор

Фидельман В.Р.

Программа одобрена на заседании методической комиссии физического факультета ННГУ.

Председатель УМК физ.ф-та _____ Перов А.А.