

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталия Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 04.07.2025 08:53:30
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bffa679172803da5b7b559fcd9e2

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

Кафедра фундаментальной физики и нанотехнологии
(наименование кафедры)

УТВЕРЖДЕН
на заседании кафедры
Протокол от «11» марта 2025 г., №11
Зав. кафедрой _____ [Холина С.А.]

**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине (модулю)
Методы исследовательской и проектной деятельности

Направление подготовки: 44.03.05
Педагогическое образование
(с двумя профилями подготовки)
Профиль: Физика и информатика

Москва
2025

Содержание

1.Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.....	3
2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.....	3
3. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.....	8
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.....	21

1.Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы¹

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	1.Работа на учебных занятиях 2.Самостоятельная работа
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.	1.Работа на учебных занятиях 2.Самостоятельная работа
УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.	1.Работа на учебных занятиях 2.Самостоятельная работа
ОПК-9. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.	1.Работа на учебных занятиях 2.Самостоятельная работа
ПК-5. Способен организовывать индивидуальную и совместную учебно-проектную деятельность обучающихся в соответствующей предметной области.	1.Работа на учебных занятиях 2.Самостоятельная работа

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания²

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этапы формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
УК-1	Пороговый	1.Работа на учебных занятиях 2.Самостоятельная работа	Знать: способы осуществления поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода для решения поставленных задач в проектной и исследовательской деятельности по физике. Уметь осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач в проектной и исследовательской деятельности по физике.	Проверка домашних заданий, тестирование, лабораторная работа, устный опрос	Шкала оценивания домашних заданий, шкала оценивания тестирования, шкала оценивания лабораторной

¹ Указывается информация в соответствии с утвержденной РПД

² Указывается информация в соответствии с утвержденной РПД

					работы, шкала оцениван ия опроса
	Продвин утый	1.Работа на учебных занятиях 2.Самостоя тельная работа	Знать: способы осуществления поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода для решения поставленных задач в проектной и исследовательской деятельности по физике. Уметь: осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач в проектной и исследовательской деятельности по физике. Владеть: приемами и методами поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода для решения поставленных задач в проектной и исследовательской деятельности по физике.	Проверка домашни х заданий, тестирова ние, лаборатор ная работа, устный опрос	Шкала оцениван ия домашни х заданий, шкала оцениван ия тестирова ния, шкала оцениван ия лаборатор ной работы, шкала оцениван ия опроса
УК-2	Порогов ый	1.Работа на учебных занятиях. 2.Самостоя тельная работа.	Знать: способы определения круга задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений в проектной и исследовательской деятельности по физике. Уметь: определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений в проектной и исследовательской деятельности по физике.	Проверка домашни х заданий, тестирова ние, лаборатор ная работа, устный опрос	Шкала оцениван ия домашни х заданий, шкала оцениван ия тестирова ния, шкала оцениван ия лаборатор ной работы, шкала оцениван ия опроса
	Продвин утый	1.Работа на учебных занятиях 2.Самостоя	Знать: способы осуществления поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода для решения	Проверка домашни х заданий, тестирова	Шкала оцениван ия домашни

		тельная работа	поставленных задач в проектной и исследовательской деятельности по физике. Уметь: определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений в проектной и исследовательской деятельности по физике. Владеть: приемами и методами определения круга задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений в проектной и исследовательской деятельности по физике.	ние, лабораторная работа, устный опрос	х заданий, шкала оценивания тестирования, шкала оценивания лабораторной работы, шкала оценивания опроса
УК-6	Пороговый	1.Работа на учебных занятиях. 2.Самостоятельная работа.	Знать: способы управления своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни. Уметь: управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.	Проверка домашних заданий, тестирование, лабораторная работа, устный опрос	Шкала оценивания домашних заданий, шкала оценивания тестирования, шкала оценивания лабораторной работы, шкала оценивания опроса
	Продвинутый	1.Работа на учебных занятиях 2.Самостоятельная работа	Знать: способы управления своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни. Уметь: управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.	Проверка домашних заданий, тестирование, лабораторная работа, устный опрос	Шкала оценивания домашних заданий, шкала оценивания тестирования,

			Владеть: управления своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.		шкала оценивания лабораторной работы, шкала оценивания опроса
ОПК-9	Пороговый	1.Работа на учебных занятиях. 2.Самостоятельная работа.	Знает: принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности. Умеет: понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.	Проверка домашних заданий, тестирование, лабораторная работа, устный опрос	Шкала оценивания домашних заданий, шкала оценивания тестирования, шкала оценивания лабораторной работы, шкала оценивания опроса
	Продвинутый	1.Работа на учебных занятиях 2.Самостоятельная работа	Знает: принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности. Умеет: понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности. Владеет: принципами работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.	Проверка домашних заданий, тестирование, лабораторная работа, устный опрос	Шкала оценивания домашних заданий, шкала оценивания тестирования, шкала оценивания лабораторной работы, шкала оценивания опроса
ПК-5	Пороговый	1.Работа на	Знает: способы организации	Проверка	Шкала

	ый	учебных занятиях. 2.Самостоятельная работа.	индивидуальной и совместной учебно-проектной деятельности обучающихся по физике. Умеет: применять способы организации индивидуальной и совместной учебно-проектной деятельности обучающихся по физике.	домашних заданий, тестирование, лабораторная работа, устный опрос	оценивания домашних заданий, шкала оценивания тестирования, шкала оценивания лабораторной работы, шкала оценивания опроса
	Продвинутый	1.Работа на учебных занятиях 2.Самостоятельная работа	Знает: способы организации индивидуальной и совместной учебно-проектной деятельности обучающихся по физике. Умеет: применять способы организации индивидуальной и совместной учебно-проектной деятельности обучающихся по физике. Владеет: способами организации индивидуальной и совместной учебно-проектной деятельности обучающихся по физике.	Проверка домашних заданий, тестирование, лабораторная работа, устный опрос	Шкала оценивания домашних заданий, шкала оценивания тестирования, шкала оценивания лабораторной работы, шкала оценивания опроса

Описание шкал оценивания

Шкала оценивания опросов

Критерии оценивания	Максимальное количество баллов
Усвоение материала, предусмотренного программой	3
Умение выполнять задания, предусмотренные программой	3
Изучение литературы, предусмотренной программой	3
Изучение учебной литературы, ИНТЕРНЕТ – ресурсов, предусмотренных программой	3

Умение самостоятельно формулировать выводы по проблемам, предусмотренным программой	3
---	---

Устный ответ студента засчитывается, если он набрал не менее 7 баллов.

Шкала оценивания домашнего задания

Критерии оценивания	Максимальное количество баллов
Описания действия приборов	4
Описание технических характеристик приборов	4
Описание экспериментальной установки	4
Описание физического эксперимента	4
Описание предполагаемых результатов физического эксперимента	4

Шкала оценивания тестирования

Критерии оценивания	Максимальное количество баллов
Знание содержания учебного материала	3
Умение применять знания в знакомой ситуации	3
Умение применять знания в изменённой ситуации	3
Умение применять знания в незнакомой ситуации	3
Умение решать задачи исследовательского характера	3

Шкала оценивания лабораторных работ.

Критерии оценивания	Максимальное количество баллов
Если студент выполнил 71-90% от всех лабораторных работ	2
Если студент выполнил 51-70% от всех лабораторных работ	2
Если студент выполнил 31-50% от всех лабораторных работ	1
Если студент выполнил 0-30% от всех лабораторных работ	1

3. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Текущий контроль

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

Знать: способы осуществления поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода для решения поставленных задач в проектной и исследовательской деятельности по физике.

Задания, необходимые для оценивания сформированности УК-1 на пороговом уровне

Перечень вопросов для тестовых заданий по дисциплине

1. Установите соответствие между видами проектов и их примерами:

Виды проектов	Примеры
А) История развития физики	1) Производство, передача и использование электрической энергии
Б) Физические методы исследования природы	2) Экспериментальное открытие электромагнитных волн
В) Практические приложения физических знаний	3) Измерение времени реакции человека на звуковые сигналы

А	Б	В

Задания, необходимые для оценивания сформированности УК-1 на продвинутом уровне

Перечень вопросов для тестовых заданий по дисциплине

1. Установите правильную последовательность выполнения учебного проекта:

- 1) Защита проекта
- 2) Постановка учебной проблемы
- 3) Определение типа проекта
- 4) Формулирование цели и задачи проекта
- 5) Поиск и отбор информации
- 6) Систематизация и анализ собранного материала

Уметь: осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач в проектной и исследовательской деятельности по физике.

Задания, необходимые для оценивания сформированности УК-1 на пороговом уровне

Перечень вопросов для тестовых заданий по дисциплине

1. Дополните фразу недостающими словами:

«Учебный проект — вид самостоятельной _____ деятельности, направленный на решение конкретной учебно-познавательной проблемы, на достижение оптимальным способом заранее запланированного _____ в течение определённого промежутка времени»

Задания, необходимые для оценивания сформированности УК-1 на продвинутом уровне

Перечень вопросов для тестовых заданий по дисциплине

1. Ниже приведены основные виды деятельности учащихся при работе над учебными проектами (исследованиями) по физике экспериментального характера. Исключите неверные примеры.

- 1) Измерение физической величины,
- 2) Опытное подтверждение или опровержение выдвигаемых гипотез,
- 3) Описание предыстории физического открытия.
- 4) Испытание модели технического объекта в действии.

Владеть: приемами и методами поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода для решения поставленных задач в проектной и исследовательской деятельности по физике.

Задания, необходимые для оценивания сформированности УК-1 на продвинутом уровне

Перечень вопросов для тестовых заданий по дисциплине

1. Установите последовательность выполнения заключительного этапа работы над учебным проектом:

- 1) Подведение итогов.
- 2) Определение перспектив дальнейшей работы, разработка практических рекомендаций.
- 3) Составление отчётов.
- 4) Обсуждение и оценка выступлений.
- 5) Проведение рефлексии и самоанализа учебной деятельности.

УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

Знать: способы осуществления поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода для решения поставленных задач в проектной и исследовательской деятельности по физике.

Задания, необходимые для оценивания сформированности УК-2 на пороговом уровне

Перечень тем опроса по дисциплине

1.Определение понятия «учебный проект».

Задания, необходимые для оценивания сформированности УК-2 на продвинутом уровне

Перечень тем опроса по дисциплине

1.Определение понятия «учебное исследование».

Уметь: определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений в проектной и исследовательской деятельности по физике.

Задания, необходимые для оценивания сформированности УК-2 на пороговом уровне.

Перечень тем опроса по дисциплине

1.Виды учебного проекта.

Задания, необходимые для оценивания сформированности УК-2 на продвинутом уровне

Перечень тем опроса по дисциплине

1.Виды учебного исследования.

Владеть: приемами и методами определения круга задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений в проектной и исследовательской деятельности по физике.

Задания, необходимые для оценивания сформированности УК-2 на продвинутом уровне

Пример лабораторной работы по дисциплине

Определение декремента затухания упругих колебаний

Приборы и принадлежности: экспериментальная установка (см. рис. 1), А - штатив, В - зеркало, С - источник света (осветитель), D - вогнутая линейка со шкалой деления, Е - сосуд с водой, F - металлический цилиндр, секундомер.

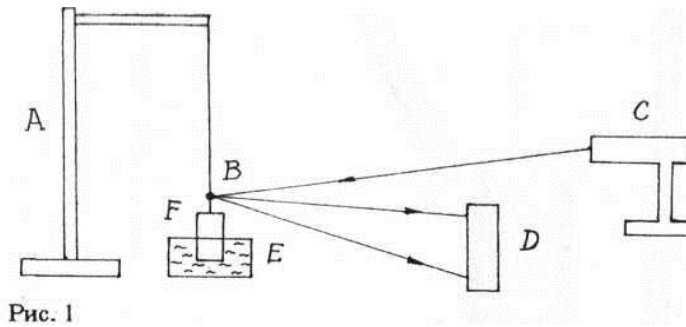


Рис.1 Экспериментальная установка

Краткая теория.

Простейшим видом колебательных движений является гармоническое колебание, возникающее в том случае, если на тело, выведенное из положения равновесия непрерывно действует сила, направленная всегда к положению равновесия, а по величине пропорциональная расстоянию тела от этого положения или смещению тела, т.е.

$$F = -kx \quad (1)$$

где k - некоторый постоянный коэффициент.

Если колебания совершаются при наличии сил сопротивления, то энергия колебательной системы частично затрачивается на их преодоление, вследствие этого амплитуда колебаний постепенно уменьшается, т.е. возникает затухание колебаний.

Смещение, т.е. отклонение от положения равновесия, затухающего колебания описывается уравнением вида:

$$x = \alpha_0 \cdot e^{-\sigma t} \cdot \sin(\omega t + \varphi_0) \quad (2)$$

где α_0 - начальная амплитуда колебаний, $\omega = 2\pi/T$ - круговая частота колебаний, T - период колебаний, φ_0 - начальная фаза, σ - коэффициент затухания.

Если начальная фаза колебаний равна нулю, то смещение определяется более простым уравнением

$$x = \alpha_0 \cdot e^{-\sigma t} \cdot \sin(2\pi t/T) \quad (3)$$

На рисунке 2 показано график затухающего колебания в виде волнообразной кривой.

Как видно из рисунка, амплитуда такого колебания постепенно уменьшается.

Наблюдая за смещением "зайчика" по отметкам шкалы можно определить значения ряда последовательных амплитуд, отсчитанных через полпериода $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$

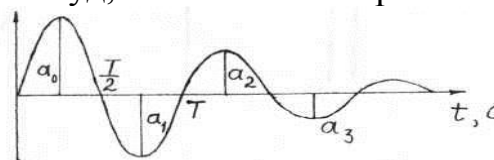


Рис. 2

Рис.2 График затухающего колебания

Составляя отношение двух последовательных амплитуд одного знака, т.е.

направленных в одну сторону от нуля шкалы, и полагая в формуле (3) время равным $\frac{T}{4}, \frac{3}{4}T, \frac{5}{4}T$ и тд. можно получить следующие выражения:

$$\frac{a_1}{a_3} = e^{\sigma T}, \frac{a_2}{a_4} = e^{\sigma T}, \frac{a_3}{a_5} = e^{\sigma T} \quad (4)$$

Отсюда видно, что отношения двух последовательных амплитуд одного знака (т.е. отношение четной к четной и нечетной к нечетной) оказывается постоянным и равным величине:

$$D = \frac{a_0}{a_{n+2}} = e^{\sigma T} \quad (5)$$

где $n=0,1,2,3, \dots$, значение индекса при амплитуде, стоящей в числителе, D -декремент затухания.

Таким образом для определения декремента затухания необходимо измерить значения амплитуд ряда последовательных затуханий и составить соотношение (5).

Тогда величина $\frac{a_0}{a_{n+2}} = D$ будет определять численное значение декремента затухания D , а если взять натуральный логарифм этого отношения, то получим значение логарифмического декремента, т.е.

$$\ln \frac{a_0}{a_{n+2}} = \ln D = \sigma T \ln e, \text{ т.к. } \ln e = 1, \text{ то } \sigma T = \ln \frac{a_0}{a_{n+2}} = \lambda.$$

В случае незатухающих колебаний, очевидно, декремент равен единице, а логарифмический декремент равен нулю.

Экспериментальная установка. Для наблюдения упругих колебаний используется крутильный маятник (рис.1), состоящий из металлической проволоки К, верхний конец которой закреплен на штативе А. На нижнем конце проволоки подвешен груз F, центр тяжести которого является продолжением проволоки К. Выше груза на оси вращения цилиндрического груза прикреплено зеркало В. Если груз повернуть на некоторый угол вокруг вертикальной оси, то проволока закручивается, и в ней появляются упругие силы. Вследствие этого, система, предоставленная самой себе, начинает совершать упругие затухающие колебания вокруг вертикальной оси, которая представляет начальное положение равновесия системы. Так как металлический цилиндр опущен в сосуд Е с водой, то затухание системы убыстряется. Момент инерции груза и упругость проволоки подобраны так, что период крутильных колебаний составляет 5-10 с. Наблюдение затухания колебаний и измерения значений их амплитуд проводится по отклонению “зайчика” и шкалы делений на вогнутой линейке F.

Порядок выполнения работы

1. Установить шкалу горизонтально, поместив ее на расстояние 50 см от прибора и получить изображение нити “зайчика” на нулевой отметке (делении) шкалы.

2. Сообщить системе крутильные колебания и провести наблюдение крайнего положения изображения нити “зайчика” слева и справа по шкале линейки не менее 10 раз, тем самым определяете значения амплитуд $a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6$. Данные записать в таблицу 1. Одновременно необходимо измерить время 10-15 колебаний и вычислить период колебаний T . Эти измерения провести не менее трех раз.

3. По полученным результатам вычислить значения D и σ с помощью формул (5) и (6).

4. Определить значение смещения x за время $t = 2,5T$ по формуле (3).

5. Результаты записать и представить в виде табл. 2.

Таблица 1.

№	a_0	a_2	a_4	a_6	a_8	a_{10}
1.						
2.						
3.						

Таблица 2.

№	π	t	T	D	σ	x

УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.

Знать: способы управления своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.

Задания, необходимые для оценивания сформированности УК-6 на пороговом уровне

Перечень тем опроса по дисциплине

1. Особенности организации учебного проекта по физике.

Задания, необходимые для оценивания сформированности УК-6 на продвинутом уровне

Перечень тем опроса по дисциплине

1. Особенности организации учебного исследования по физике.

Уметь: управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.

Задания, необходимые для оценивания сформированности УК-6 на пороговом уровне

Перечень тем опроса по дисциплине

1. Этапы выполнения учебного проекта.

Задания, необходимые для оценивания сформированности УК-6 на продвинутом уровне

Перечень тем опроса по дисциплине

1. Этапы выполнения учебного исследования.

Владеть: управления своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.

Задания, необходимые для оценивания сформированности УК-6 на продвинутом уровне

Перечень заданий для лабораторных работ по дисциплине

Выполнение лабораторных работ по дисциплине.

ОПК-9. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

Знает: принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ОПК-9 на пороговом уровне

Перечень тем опроса по дисциплине

1. Оценка результатов выполнения учебного проекта.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ОПК-9 на продвинутом уровне

Перечень тем опроса по дисциплине

1. Оценка результатов выполнения учебного исследования.

Умеет: понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ОПК-9 на пороговом уровне

Перечень вопросов для домашних заданий по дисциплине

Определение ускорения силы тяжести в зависимости от широты местности.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ОПК-9 на продвинутом уровне

Пример домашнего задания по дисциплине

Определение ускорения силы тяжести в зависимости от широты местности.

Приборы и принадлежности: Математический маятник, секундомер.

Цель работы:

1. Освоение предложенного метода определения g .
2. Определение ускорения силы тяжести в Москве.

Краткая теория.

На тело, находящееся на поверхности Земли, действует сила тяготения F , направленная к центру Земли (рис.1). Составляющая данной силы

$$F_1 = \frac{mv^2}{r} = \frac{m\omega^2 r^2}{r} = \omega^2 m R \cos \varphi = m \frac{4\pi^2}{T^2} R \cos \varphi \quad (1)$$

где m - масса тела. T – период обращения. Земли вокруг своей оси (сутки), R - радиус Земли, φ - широта данного места. Сама сила F определяется по закону тяготения по формуле

$$F_1 = \gamma \frac{Mm}{R^2} \quad (2)$$

где M - масса Земли, m - масса тела, R - радиус Земли,

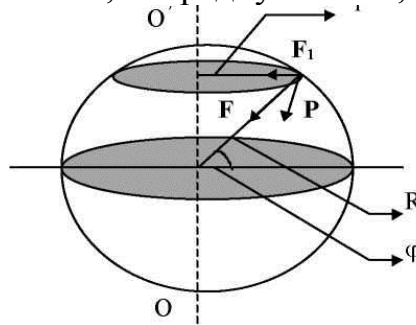


Рис.1 Схема расположения тела относительно Земли

γ - гравитационная постоянная. Составляющая P направлена по отвесной линии (не к центру Земли). Эту силу, приложенную к телу, называют силой тяжести. Появление составляющих F и P обусловлено неинерциальностью системы отсчёта "Земля". Как видно из рис.1, сила тяжести P совпадает с силой тяготения F только на полюсах γ Земли, т. к. $F_i = 0$. Наибольшее различие сил тяготения и тяжести наблюдается на экваторе, т. к. F_1 максимальна, но составляет меньше 0,4% силы тяжести. Поэтому во многих случаях можно допустить, что $F \approx P$. Тогда имеем

$$\vec{P} = \gamma \frac{Mm}{R_0^2} = \vec{g}m \quad (3)$$

где R_0 - средний радиус Земли, равный $637 \cdot 10^4$ м.

$$g = \gamma \frac{M}{R_0^2} = 9,8 \frac{м}{с^2}$$

Вектор $\vec{g}$ характеризует гравитационное поле Земли. В каждой точке пространства он определяется только размерами и формой Земли, а также распределением вещества в ней.

Поэтому точные измерения $\vec{g}$ позволяют судить о наличии плотных образований в земной коре.

Установка и методика измерений.

Для определения ускорения $\vec{g}$ силы тяжести в данной работе используется математический маятник (рис. 2). При малых углах отклонения роль квазиупругой силы будет играть

$$P_1 = P \sin \alpha = mg \alpha - kx$$

(4)

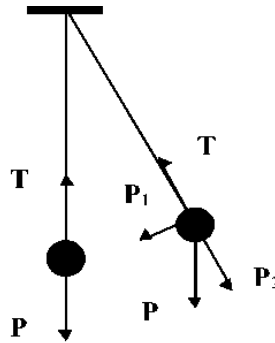


Рис.2 Распределение сил в математическом маятнике

Как доказывает теория, период колебаний математического маятника равен $T =$

$$2\pi \sqrt{\frac{l}{g}},$$

(5)

где l – длина математического маятника, g - ускорение силы тяжести. Если измерить T и l , то из (5) можно определить g . В данной работе измеряют период колебаний длинного и короткого маятников. Установка позволяет менять длину маятника. Допустим, что длина короткого маятника l , то его период будет

$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

(6)

Если длина длинного маятника $l+h$, то его период будет $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l+h}{g}}$

(7)

Возведем обе части (6) и (7) в квадрат и разрешим относительно $l+h$ и l . Тогда

$$\text{получим } l + h = \frac{T_1^2 g}{4\pi^2} \quad (8) \text{ и } l = \frac{T_2^2 g}{4\pi^2} \quad (9)$$

$$\text{После подстановки получаем } \left(\frac{T_2^2 g}{4\pi^2}\right) + h = \frac{T_1^2 g}{4\pi^2} \quad (10)$$

$$\text{Из (10) получим, что } g = \frac{4\pi^2 h}{(T_1^2 - T_2^2)} \quad (11)$$

где h - разность длин короткого и длинного маятников. При этом можно измерить только разность длин h .

1. Приведите маятник в состояние равновесия и выведите его из положения равновесия так, чтобы угол отклонения был не более 5° . Когда маятник сделает 2 - 3

полных колебания, начните отсчёт числа полных колебаний, запустив секундомер. При этом следят за тем, чтобы колебания маятника происходили в одной плоскости.

2. Таким образом, отмечают время, в течение которого совершается 50 полных колебаний. Таких измерений делают не менее 5 раз. Данные записывают в виде таблицы.

3. Укорачивают длину маятника, разность h измеряют. Аналогичным образом измеряют время 50 полных колебаний короткого маятника не менее 5 раз. Данные записывают в виде таблицы.

Задания: 1. Вычислить относительную ошибку по формуле:

$$\varepsilon = \frac{\Delta g}{g_{\text{ср}}} = \left(2 \frac{\Delta \pi}{\pi} + \frac{\Delta h}{h} + 2 \frac{\Delta T_1 \Delta T_2}{T_1^2 - T_2^2} \right) \quad (12)$$

где $\Delta \pi$, Δh , ΔT_1 , ΔT_2 - абсолютные ошибки. ΔT_1 и ΔT_2 вычисляют по формулам,

$$\Delta T_1 = T_1 \left(\frac{\Delta \tau_1}{\tau_1} + \frac{\Delta n}{n} \right), \Delta T_2 = T_2 \left(\frac{\Delta \tau_2}{\tau_2} + \frac{\Delta n}{n} \right) \quad (13)$$

где Δn - можно пренебречь, $\Delta \tau_1$ и $\Delta \tau_2$ рассчитывают по Стьюденту, τ_1 и τ_2 - средние промежутки времени.

Соотношения (13) примут вид:

$$\Delta T_1 = T_1 \frac{\Delta \tau_1}{\tau_1}, \quad \Delta T_2 = T_2 \frac{\Delta \tau_2}{\tau_2}$$

3. Найти Δg используя полученное значение ε , результат записывают в виде

$$g = (g_{\text{ср}} \pm \Delta g) \text{ м/с}^2$$

Вычисляют g в зависимости от географической широты (φ) местности по формуле на полюсе $g=9,83 \text{ м/с}^2$, а на экваторе $g=9,78 \text{ м/с}^2$

$$g_0 = 980,161 - 2,5928 \cos(2\varphi) + 0,0068 \cos^2(2\varphi) \quad (14)$$

Таблица 1.

Город	Долгота	Широта φ ($^\circ$)	Высота над уровнем моря, м	Ускорение свободного падения, м/с^2
Берлин	13,40 в.д.	52,50 с.ш.	40	9,81280
Будапешт	19,06 в.д.	47,48 с.ш.	108	9,80852
Вашингтон	77,01 з.д.	38,89 с.ш.	14	9,80112
Вена	16,36 в.д.	48,21 с.ш.	183	9,80860
Гринвич	0,0 в.д.	51,48 с.ш.	48	9,81188
Каир	31,28 в.д.	30,07 с.ш.	30	9,79317
Киев	30,30 в.д.	50,27 с.ш.	179	9,81054
Мадрид	3,69 в.д.	40,41 с.ш.	655	9,79981
Москва	37,61 в.д.	55,75 с.ш.	151	9,8154
Нью-Йорк	73,96 з.д.	40,81 с.ш.	38	9,80247
Одесса	30,73 в.д.	46,47 с.ш.	54	9,80735
Осло	10,72 в.д.	59,91 с.ш.	28	9,81927
Париж	2,34 в.д.	48,84 с.ш.	61	9,80943

Прага	14,39 в.д.	50,09 с.ш.	297	9,81014
Рим	12,99 в.д.	41,54 с.ш.	37	9,80312
Стокгольм	18,06 в.д.	59,34 с.ш.	45	9,81843
Токио	139,80 в.д.	35,71 с.ш.	18	9,79801

Для Москвы, например, $\varphi = 55,75^0$. Сравните ваш результат с g_0 и объясните различие.

Метод Стьюдента для расчета $\Delta\tau_1$ и $\Delta\tau_2$ применяют так:

1) находят среднюю арифметическую величину τ_1 по формуле

$\tau_1 = \sum_{i=1}^n \frac{t_i}{n}$, где $n = 5$, если произведено 5 измерений времени;

2) находят абсолютную погрешность отдельного измерения по формуле

$$\Delta t_i = |\tau_1 - t_i|$$

3) находят среднюю квадратичную погрешность по формуле:

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{\Delta t_i^2}{n(n-1)}}$$

4) находят доверительный интервал по формуле:

$$\Delta\tau_1 = \frac{t_{a,n} \cdot S}{\sqrt{n}}$$

где $t_{a,n}$ - коэффициент Стьюдента, находят его из таблицы на пересечении α , n , где α - доверительная вероятность, напр., 0,95, n - количество измерений. Аналогично находят $\Delta\tau_2$.

Можно сделать окончательный вывод: ускорение свободного падения зависит от широты местности, высоты над уровнем моря и от плотности залегающих пород.

Знания и умения. Для сдачи отчета лабораторной работы необходимо:

знать: закон всемирного тяготения, гравитационную постоянную, зависимость силы тяжести от географического положения тела на поверхности Земли, различие P на экваторе и на полюсах, различие g , измеренного на опыте от теоретического, математический маятник, вывод формулы периода математического маятника.

уметь: пользоваться секундомером, получать колебания с малыми амплитудами, производить вычисления относительной ошибки, применять метод Стьюдента.

Владеет: принципами работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ОПК-9 на продвинутом уровне

Перечень заданий для лабораторных работ

Лабораторная работа «Определение декремента затухания упругих колебаний».

ПК-5. Способен организовывать индивидуальную и совместную учебно-проектную деятельность обучающихся в соответствующей предметной области.

Знает: способы организации индивидуальной и совместной учебно-проектной деятельности обучающихся по физике.

Задания, необходимые для оценивания сформированности УК-6 на пороговом уровне

Перечень тем опроса по дисциплине

1. Особенности организации учебного проекта по физике.

Задания, необходимые для оценивания сформированности УК-6 на продвинутом уровне

Перечень тем опроса по дисциплине

1. Особенности организации учебного исследования по физике.

Умеет: применять способы организации индивидуальной и совместной учебно-проектной деятельности обучающихся по физике.

Задания, необходимые для оценивания сформированности УК-6 на пороговом уровне

Перечень тем опроса по дисциплине

1. Этапы выполнения учебного проекта.

Задания, необходимые для оценивания сформированности УК-6 на продвинутом уровне

Перечень тем опроса по дисциплине

1. Этапы выполнения учебного исследования.

Владеет: способами организации индивидуальной и совместной учебно-проектной деятельности обучающихся по физике.

Задания, необходимые для оценивания сформированности УК-6 на продвинутом уровне

Перечень заданий для лабораторных работ по дисциплине

Выполнение лабораторных работ по дисциплине.

Промежуточная аттестация

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

Знать: способы осуществления поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода для решения поставленных задач в проектной и исследовательской деятельности по физике.

Уметь: осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач в проектной и исследовательской деятельности по физике.

Владеть: приемами и методами поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода для решения поставленных задач в проектной и исследовательской деятельности по физике.

Задания, необходимые для оценивания сформированности УК-1

Перечень вопросов для зачета

1. Формирование у обучающихся основ культуры проектной деятельности и навыков разработки (программа физики).
2. Логическая структура организации проектной деятельности по физике в школе.
3. Форма, методы и средства организации проектной деятельности по физике в школе.
4. Классификация проектных работ по физике в школе.

УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

Знать: способы осуществления поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода для решения поставленных задач в проектной и исследовательской деятельности по физике.

Уметь: определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений в проектной и исследовательской деятельности по физике.

Владеть: приемами и методами определения круга задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений в проектной и исследовательской деятельности по физике.

Задания, необходимые для оценивания сформированности УК-2

Перечень вопросов для зачета

1. Система физического эксперимента в проектной деятельности.
2. Проектная деятельность с использованием информационных технологий.
3. Самостоятельные проекты учащихся как средство индивидуализации обучения физике в основной школе.
4. Научные мысленные обобщения при формировании проектных работ по физике.

УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.

Знать: способы управления своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.

Уметь: управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.

Владеть: управления своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.

Задания, необходимые для оценивания сформированности УК-6

Перечень вопросов для зачета

1. Технологии обобщения и систематизации знаний по физике при организации исследовательской деятельности по физике в основной школе.
2. Технологии обобщения и систематизации знаний по физике при организации проектной деятельности по физике в средней школе.
3. Классификация стилей индивидуальности при организации проектной деятельности по физике.

ОПК-9. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

Знает: принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

Умеет: понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

Владеет: принципами работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ОПК-9

Перечень вопросов для зачета

1. Мониторинг научно-практических конференций школьников по физике.
2. Анализ научно-исследовательских работ по физике Всероссийских научно-практических конференций.

3. Роль и место научно-исследовательских работ учащихся по физике в формировании естественнонаучной картины мира.

ПК-5. Способен организовывать индивидуальную и совместную учебно-проектную деятельность обучающихся в соответствующей предметной области.

Знает: способы организации индивидуальной и совместной учебно-проектной деятельности обучающихся по физике.

Умеет: применять способы организации индивидуальной и совместной учебно-проектной деятельности обучающихся по физике.

Владеет: способами организации индивидуальной и совместной учебно-проектной деятельности обучающихся по физике.

Перечень вопросов для зачета

1. Проектная деятельность по физике и достижение личностных, метапредметных результатов.
2. Критерии оценивания учебных исследований и проектов по физике.
3. Классификация проектов по содержанию.
4. Оформление результатов проекта и подготовка его к защите.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Требования к зачету

Шкала оценивания зачёта.

Критерии оценивания	Баллы
Если студент обнаруживает глубокое знание содержания учебного материала по дисциплине; обстоятельно анализирует методы, структуру и содержание основных этапов проектной деятельности	11-20 баллов
Если ответ студента удовлетворяет основным требованиям к ответу на оценку «отлично», но обнаруживаются отдельные недочёты, например, допускаются негрубые ошибки при анализе методов, структуры и содержания основных этапов проектной деятельности	6-10 баллов
Если у студента обнаруживаются пробелы в освоении методов, методов, структуры и содержания основных этапов проектной деятельности, не учитываются требования программы к формированию компетентностей	3-5 баллов
Студент не овладел необходимыми знаниями методов, структуры и содержания основных этапов проектной деятельности	0-2 балла

Итоговая шкала оценивания результатов освоения дисциплины

Итоговая оценка по дисциплине формируется из суммы баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации и выставляется в соответствии с приведенной ниже таблицей.

Оценка по 100-балльной системе	Оценка по традиционной системе
81 – 100	Зачтено
61 - 80	Зачтено
41 - 60	Зачтено
0 - 40	Не зачтено