

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ

КАФЕДРА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО

УМС ИЯФИТ Протокол №01/08/24-573.1 от 30.08.2024 г.

УМС ЛАПЛАЗ Протокол №1/08-577 от 29.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОБЩАЯ ФИЗИКА: МЕХАНИКА (УГЛУБЛЕННЫЙ УРОВЕНЬ)

Направление подготовки
(специальность)

- [1] 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии
- [2] 16.03.02 Высокотехнологические плазменные и энергетические установки
- [3] 03.03.01 Прикладные математика и физика
- [4] 14.03.02 Ядерная физика и технологии
- [5] 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
- [6] 16.03.01 Техническая физика
- [7] 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика
- [8] 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
1	6-8	216-288	32	64	32		52-106	0-32	Э
Итого	6-8	216-288	32	64	32	0	52-106	0-32	

АННОТАЦИЯ

Дисциплина относится к обязательной части естественнонаучного модуля. Преподавание курса реализуется через три вида занятий: лекции, практические занятия и физический практикум. Основными целями освоения учебной дисциплины является формирование у студентов целостной системы взглядов на устройство окружающего мира, научного метода мышления, демонстрация ведущей роли физики в процессе познания мира. В результате освоения дисциплины студент должен получить знания по основным понятиям и законам классической и релятивистской механики; уметь формулировать основные законы механики и определять основные физические понятия и величины, применять и использовать основные законы и уравнения механики для решения практических задач.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

- выработать у студентов диалектико-материалистическое понимание природы, сформировать научный метод мышления, воспитать инженерную интуицию,
- осветить мировоззренческие и методологические проблемы физики, отразить основные черты современной естественно - научной картины мира,
- показать важную роль современной физики в решении глобальных проблем человечества (энергетической, экологической и др.);
- подготовить студентов к изучению теоретических и специальных курсов физики.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина относится к обязательной части естественнонаучного модуля.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-1 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] – Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	3-УК-1 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] – Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач

УКЕ-1 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] – Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	3-УКЕ-1 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] – знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-УКЕ-1 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] – уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи В-УКЕ-1 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] – владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами
--	---

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Интеллектуальное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры умственного труда (В11)	Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (В14)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для: - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач. - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей

		публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплины «Экономика и управление в промышленности на основе инновационных подходов к управлению конкурентоспособностью», «Юридические основы профессиональной деятельности» для: - формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение
--	--	---

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>1 Семестр</i>						
1	Механика материальной точки	1-8	16/32/0	ДЗ-8 (1),к.р-8 (5)	20	КИ-8	З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1
2	Механика твердого тела	9-16	16/32/0	ДЗ-16 (1),к.р-15 (5)	20	КИ-16	З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1
3	Физпрактикум	1-16	0/0/32	КИ-8 (100)	10	КИ-16	З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1,

							3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1
	<i>Итого за 1 Семестр</i>		32/64/32		50		
	Контрольные мероприятия за 1 Семестр				50	Э	У-УКЕ-1, В-УКЕ-1, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УКЕ-1

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
ДЗ	Домашнее задание
КИ	Контроль по итогам
к.р	Контрольная работа
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>1 Семестр</i>	32	64	32
1-8	Механика материальной точки	16	32	0
1	Вводная лекция. Место курса физики в естественн научном модуле образовательной программы.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Кинематика. Система отсчета. Материальная точка. Абсолютно твердое тело Путь. Перемещение. Скорость. Компоненты скорости по координатным осям. Вычисление пройденного пути. Ускорение. Компоненты ускорения по координатным осям. Тангенциальное и нормальное ускорения. Твердое тело. Число степеней свободы твердого тела. Поступательное движение твердого тела. Вращение вокруг неподвижной оси. Угловая скорость. Угловое ускорение. Связь между угловыми и линейными скоростями и ускорениями. Плоское движение твердого тела. Произвольное движение твердого тела.	Всего аудиторных часов		
		2	6	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	Динамика материальной точки. Границы применимости ньютоновской механики Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея. Первый закон Ньютона. Масса и импульс тела. Второй закон Ньютона как уравнение движения. Начальные	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0

	условия. Единицы и размерности физических величин. Третий закон Ньютона. Конечность скорости распространения взаимодействия.			
4	Виды взаимодействия. Фундаментальные силы. Закон всемирного тяготения Закон Кулона. Сила Лоренца. Центральные силы. Силы трения. Сухое и жидкое трения. Трение покоя. Сила тяжести и вес. Упругие силы. Деформация стержней.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	Законы сохранения. Силы внутренние и внешние. Замкнутая система. Интегралы движения Интегралы движения. Аддитивные интегралы движения. Связь аддитивных интегралов движения с симметрией пространства и времени. Кинетическая энергия. Работа. Мощность. Консервативные и неконсервативные силы. Работа силы тяжести, силы упругости. Работа центральной силы. Потенциальная энергия частицы во внешнем поле сил. Полная механическая энергия частицы. Механическое подобие.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	Связь между потенциальной энергией и силой Условия равновесия механической системы с одной степенью свободы. Потенциальная яма и потенциальный барьер. Финитное и инфинитное движения. Период финитного движения в заданном потенциале. Кинетическая энергия системы частиц. Потенциальная энергия системы частиц во внешнем потенциальном поле. Потенциальная энергия взаимодействия частиц (случай центральных сил).	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	Полная механическая энергия системы частиц. Импульс. Приращение кинетической энергии, полной механической энергии системы взаимодействующих частиц, находящихся во внешнем поле. Закон сохранения энергии. Импульс системы частиц. Закон сохранения импульса. Центр масс. Система центра масс. Лабораторная система отсчета. Движение тел с переменной массой. Уравнение Мещерского.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Соударение двух тел. Абсолютно неупругий удар Абсолютно упругий центральный удар шаров. Столкновения частиц. Векторные диаграммы для упруго столкновения двух частиц. Момент импульса относительно точки и относительно оси. Плечо импульса. Момент силы. Плечо силы. Пара сил. Уравнение для производной момента импульса по времени. Момент импульса системы материальных точек. Закон сохранения момента импульса. Общие свойства движения материальной точки в центральном силовом поле. Центробежный потенциал. Финитное и инфинитное движение. Падение на центр. Задача Кеплера. Формула Резерфорда. Космические скорости.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Механика твердого тела	16	32	0
9	Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции. Центробежная сила инерции	Всего аудиторных часов		
		2	4	0

	Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции. Центробежная сила инерции. Зависимость ускорения свободного падения от широты местности. Сила Кориолиса. Принцип эквивалентности. Масса инертная и масса гравитационная.	Онлайн		
		0	0	0
10	Механика твердого тела. Движение центра масс твердого тела Параметризация движения абсолютно твердого тела. Основные понятия. Виды движения абсолютно твердого тела. Основная теорема кинематики абсолютно твердого тела. Уравнение движения центра масс абсолютно твердого тела. Основное уравнение вращательного движения абсолютно твердого тела. Тензор инерции и его свойства. Теорема Штейнера. Динамика движения абсолютно твердого тела вокруг фиксированной оси. Динамика плоского движения абсолютно твердого тела.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	Кинетическая энергия твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси Работа, совершаемая внешними силами при вращении твердого тела. Сопоставление формул механики вращательного движения с аналогичными формулами механики поступательного движения. Динамика плоского движения тела. Угловое ускорение твердого тела при плоском движении. Кинетическая энергия твердого тела при плоском движении. Законы динамики твердого тела.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	Гироскопы. Механика несжимаемой жидкости. ГСвободное движение осесимметричного волчка (гироскопа). Движение гироскопа во внешнем поле. Гироскопический эффект. Прецессия гироскопа. Приближение сплошной среды для многочастичных задач. Поле скоростей. Линии тока. Трубка тока. Модель несжимаемой жидкости. Уравнение неразрывности струи. Уравнение непрерывности. Идеальная несжимаемая жидкость. Уравнение Эйлера. Гидростатика. Стационарное течение идеальной несжимаемой жидкости. Уравнение Бернулли. Несжимаемая вязкая жидкость. Уравнение Навье-Стокса. Число Рейнольдса. Ламинарное и турбулентное течение жидкости. Воздухоплавание. Подъемная сила. Теорема Жуковского. Движение тел в жидкостях и газах.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	Основы специальной теории относительности и релятивистская механика Фундаментальные опыты, лежащие в основе теории относительности. Четырехмерное пространство-время. Мировая точка. Мировая линия. Принцип относительности Эйнштейна. Относительность одновременности. Интервал. Инвариантность интервала. Классификация интервалов. Собственное время. Преобразования Лоренца.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	Следствия преобразований Лоренца.	Всего аудиторных часов		

	Связь промежутков времени и расстояний между событиями. Преобразование скорости при переходе из покоящейся системы отсчета в движущуюся инерциальную систему отсчета. Парадокс близнецов. Аберрация света.	2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	Релятивистские выражения для энергии и импульса частицы Четырехмерные векторы. 4-скорость, 4-ускорение. 4-импульс. Преобразование энергии и импульса. Преобразование импульса и энергии. Энергия покоя. Взаимосвязь массы и энергии. Частицы с нулевой массой.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
16	Релятивистское уравнение динамики частицы (второй закон Ньютона) Основное уравнение релятивистской динамики. Ковариантная запись основного уравнения релятивистской динамики материальной точки. Движение релятивистской частицы в однородном силовом поле.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
1-16	Физпрактикум	0	0	32
1 - 16	Лабораторный практикум Выполнение работ в соответствии с индивидуальным графиком. Лабораторные практикумы: Изучение приборов. Изучение Механики материальной точки. Изучение Механики твердого тела. Механика.	Всего аудиторных часов		
		0	0	32
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>1 Семестр</i>
1 - 16	Темы лабораторных работ Лабораторные работы выполняются по индивидуальному графику: Работа 1. Изучение амперметра и вольтметра. Работа 2. Изучение катетометра и сферометра. Работа 3. Определение термического коэффициента линейного расширения твердых тел с помощью оптиметра.

Работа 4. Изучение монохроматора.
 Работа 5. Исследование собственных колебаний струны методом резонанса.
 Работа 6. Исследование пропускательной и поглощательной способностей стеклянных светофильтров с помощью монохроматора МУМ-2.
 Работа 7. Изучение упругих свойств резины.
 Работа 8. Измерение времени соударения шаров.
 Работа 9. Измерение скорости полета пули методом вращающихся дисков.
 Работа 10. Изучение динамики движения заряженных частиц в электрическом и магнитном полях с помощью электронно-лучевой трубки.
 Работа 11. Изучение динамики движения тел в вязкой жидкости.
 Работа 12. Измерение времени соударения стержней и определение модуля Юнга вещества.
 Работа 13. Исследование кинематики распада релятивистских частиц.
 Работа 14. Исследование кинематики движения - частиц, образующихся в процессе ядерной реакции.
 Работа 15. Исследование закона сохранения энергии в фотоэффекте.
 Работа 16. Определение ускорения свободного падения с помощью оборотного маятника.
 Работа 17(17а). Изучение динамики вращательного движения физических тел.
 Работа 18. Определение моментов инерции тел методом крутильных колебаний.
 Работа 19. Определение эллипсоида инерции твердого тела методом крутильных колебаний.
 Работа 20. Изучение динамики поступательного движения тел с помощью машины Атвуда.
 Работа 21. Изучение динамики вращательного и плоского движения физических тел.
 Работа 22 (22 а). Изучение гироскопа.
 Работа 23. Экспериментальное определение коэффициента трения качения с помощью наклонного маятника.
 Работа 24. Определение скорости пули с помощью баллистического маятника.
 Работа 1.1. Измерение массы, длины и времени.
 Работа 1.2. Изучение свободного падения тел.
 Работа 1.3. Движение тела брошенного под углом к горизонту.
 Работа 1.4. Изучение второго закона Ньютона с использованием воздушной дорожки.
 Работа 1.5. Изучение законов сохранения импульса и энергии при упругом и неупругом столкновениях.
 Работа 1.6. Изучение закона Гука.
 Работа 1.7. Модуль упругости.
 Работа 1.8. Модуль сдвига и механический гистерезис.
 Работа 1.9. Определение гравитационной постоянной.
 Работа 1.10. Изучение сил инерции. Центробежная сила.
 Работа 1.11. Изучение динамики вращательного движения физического тела.
 Работа 1.12. Определение момента инерции твердых тел методом крутильных колебаний.
 Работа 1.13. Определение момента инерции твердых тел методом крутильных колебаний с помощью компьютерного интерфейса «Кобра 3».
 Работа 1.14. Определение ускорения свободного падения с помощью оборотного маятника.
 Работа 1.15. Определение периода колебаний и приведенной длины наклонного маятника.
 Работа 1.16. Изучение динамики плоского движения физических тел на примере маятника Максвелла.
 Работа 1.17. Изучение гироскопа.

	Работа 1.18. Определение вязкости жидкости ротационным вискозиметром. Работа 1.19. Определение вязкости жидкости при помощи вискозиметра с падающим шариком (метод Стокса).
--	--

ТЕМЫ СЕМИНАРОВ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>1 Семестр</i>
1	1-е занятие Вводная беседа о физическом практикуме
1 - 2	Кинематика материальной точки Система отсчета. Материальная точка. Абсолютно твердое тело. Путь. Перемещение. Скорость. Компоненты скорости по координатным осям. Вычисление пройденного пути. Ускорение. Компоненты ускорения по координатным осям. Тангенциальное и нормальное ускорения.
3	Кинематика вращательного движения Твердое тело. Число степеней свободы твердого тела. Поступательное движение твердого тела. Вращение вокруг неподвижной оси. Угловая скорость. Угловое ускорение. Связь между угловыми и линейными скоростями и ускорениями. Плоское движение твердого тела. Произвольное движение твердого тела.
4 - 5	Динамика материальной точки Первый закон Ньютона. Масса и импульс тела. Второй закон Ньютона как уравнение движения. Начальные условия. Единицы и размерности физических величин. Третий закон Ньютона. Конечность скорости распространения взаимодействия. Фундаментальные силы. Закон всемирного тяготения. Закон Кулона. Сила Лоренца. Силы трения. Сухое и жидкое трения. Трение покоя. Сила тяжести и вес. Упругие силы
6	Работа. Мощность Силы внутренние и внешние. Замкнутая система. Интегралы движения. Сохраняющиеся величины. Связь законов сохранения со свойствами пространства и времени. Кинетическая энергия. Работа. Мощность. Консервативные и неконсервативные силы. Работа силы тяжести, силы упругости. Работа центральной силы. Потенциальная энергия частицы во внешнем поле сил. Полная механическая энергия частицы.
7	Закон сохранения энергии Условия равновесия механической системы с одной степенью свободы. Потенциальная яма и потенциальный барьер. Финитное и инфинитное движения. Кинетическая энергия системы частиц. Потенциальная энергия системы частиц во внешнем потенциальном поле. Потенциальная энергия взаимодействия частиц (случай центральных сил). Приращение кинетической энергии, полной механической энергии системы взаимодействующих частиц, находящихся во внешнем поле. Закон сохранения энергии.
8	Импульс. Закон сохранения импульса Импульс системы частиц. Закон сохранения импульса. Центр масс. Система центра масс. Лабораторная система отсчета. Абсолютно неупругий удар. Абсолютно упругий центральный удар шаров 1-я контрольная работа

	1. кинематика материальной точки; кинематика вращательного движения; 2. динамика материальной точки; 3. работа, мощность, энергия.
9	Момент импульса. Закон сохранения момента импульса Момент импульса относительно точки и относительно оси. Плечо импульса. Момент силы. Плечо силы. Пара сил. Уравнение для производной момента импульса по времени. Момент импульса системы материальных точек. Закон сохранения момента импульса. Движение в центральном поле сил (качественно). Космические скорости.
10	Неинерциальные системы отсчета Силы инерции. Центробежная сила инерции. Зависимость ускорения свободного падения от широты местности. Сила Кориолиса. Принцип эквивалентности. Масса инертная и масса гравитационная.
11 - 12	Момент импульса твердого тела Движение центра масс твердого тела. Момент импульса твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Момент инерции. Теорема Штейнера.
12 - 14	Механика твердого тела Уравнение динамики для тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Условия равновесия твердого тела. Работа, совершаемая внешними силами при вращении твердого тела. Сопоставление формул механики вращательного движения с аналогичными формулами механики поступательного движения. Динамика плоского движения тела. Угловое ускорение твердого тела при плоском движении. Кинетическая энергия твердого тела при плоском движении. Законы динамики твердого тела. Гироскопический эффект. Прецессия гироскопа.
14	Механика несжимаемой жидкости Механика несжимаемой жидкости. Линии и трубки тока. Неразрывность струи. Уравнение Бернулли. Истечение жидкости из отверстия. Силы внутреннего трения. Ламинарное и турбулентное течения. Движение тел в жидкостях и газах.
15	2-я контрольная работа 1. импульс, закон сохранения импульса; 2. момент импульса, закон сохранения момента импульса; 3. динамика твердого тела. Специальная теория относительности Фундаментальные опыты, лежащие в основе теории относительности. Принцип относительности Эйнштейна. Принцип постоянства скорости света. Относительность понятия одновременности. Четырехмерное пространство-время. Мировая точка. Мировая линия. Интервал. Преобразования Лоренца. Длина тела в разных системах отсчета. Промежуток времени между событиями. Собственное время. Инвариантность интервала. Времениподобные и пространственноподобные интервалы. Преобразование скоростей.
16	Релятивистская динамика Релятивистские выражения для энергии и импульса частицы. Энергия покоя. Взаимосвязь массы и энергии. Частицы с нулевой массой. Понятие о 4-х векторах в специальной теории относительности

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавателями кафедры общей физики по каждому из разделов курса созданы электронные конспекты лекций и электронные презентации к ним. Лекции читаются в специализированной мультимедийной физической аудитории, проводятся тематические тестирования (включая входное тестирование остаточных знаний), цель которых – стимулирование студентов к постоянной работе на всех видах аудиторных занятий и регулярного выполнения студентами семестрового домашнего задания. Каждый раздел тестов содержит от 6 до 8 дидактических единиц, что позволяет подстраивать тест под конкретную задачу, стоящую перед преподавателем. В зависимости от ситуации, преподаватель может варьировать числом задач в тесте (от 1 до 20), необходимых для получения положительной оценки (зачета), временем его прохождения (от 10 минут до 2 часов). По результатам теста составляется протокол с информацией о каждом студенте (время работы, общий балл, какие задания решены успешно). Имеется возможность повторного прохождения теста. Предусмотрены меры против несанкционированного доступа в систему.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
УК-1	З-УК-1	Э, КИ-8, КИ-16, ДЗ-8, к.р-8, ДЗ-16, к.р-15
	У-УК-1	Э, КИ-8, КИ-16, ДЗ-8, к.р-8, ДЗ-16, к.р-15
	В-УК-1	Э, КИ-8, КИ-16, ДЗ-8, к.р-8, ДЗ-16, к.р-15
УКЕ-1	З-УКЕ-1	Э, КИ-8, КИ-16, ДЗ-8, к.р-8, ДЗ-16, к.р-15
	У-УКЕ-1	Э, КИ-8, КИ-16, ДЗ-8, к.р-8, ДЗ-16, к.р-15
	В-УКЕ-1	Э, КИ-8, КИ-16, ДЗ-8, к.р-8, ДЗ-16, к.р-15

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех	Оценка	Требования к уровню освоению
--------------	----------------	--------	------------------------------

	балльной шкале	ECTS	учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ В53 A Course in Classical Physics 1—Mechanics : , Bettini, Alessandro. , Cham: Springer International Publishing, 2016
2. 53 S26 Physics a general course Vol.1 Mechanics. Molecular physics, Savelyev I.V., M.: Mir publishers, 1989
3. ЭИ А64 Анализ и представление результатов эксперимента : учебно-методическое пособие, Воронов С.А. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
4. 53 А64 Анализ и представление результатов эксперимента : учебно-методическое пособие, Воронов С.А. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
5. 53 И83 Задачи по общей физике : Учеб. пособие, Иродов И.Е., СПб и др.: Лань, 2004
6. ЭИ К 93 Курс общей физики Т. 1 Механика, , , 2022

7. 53 С12 Курс физики Т.1 Механика. Молекулярная физика, Савельев И.В., : Лань, 2007
8. 531 Л12 Лабораторный практикум "Механика твердого тела" : , Щербачев О.В. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
9. ЭИ Л12 Лабораторный практикум "Механика твердого тела" : , Щербачев О.В. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
10. ЭИ Л12 Лабораторный практикум "Механика" : учебное пособие, Воронов С.А. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
11. 531 Л12 Лабораторный практикум "Механика" : учебное пособие, Воронов С.А. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
12. 531 Л12 Лабораторный практикум «Основные законы механики» : учебное пособие, Воронов С.А. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
13. ЭИ Л12 Лабораторный практикум «Основные законы механики» : учебное пособие, Воронов С.А. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
14. 531 Л12 Лабораторный практикум по курсу общей физики. Раздел "Механика" : учебное пособие для вузов, Маркун Ф.Н. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2011
15. ЭИ Л12 Лабораторный практикум по курсу общей физики. Раздел "Механика" : учебное пособие для вузов, Маркун Ф.Н. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2011
16. 53 А42 Методы оценки погрешностей результатов прямых и косвенных измерений в лабораториях физического практикума : Учебно-методическое пособие, Калашников Н.П., Аксенова Е.Н., Гасников Н.К., Москва: МИФИ, 2009
17. 53 С12 Сборник вопросов и задач по общей физике : учебное пособие для вузов, Савельев И.В., Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2007

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 53 С12 Курс общей физики Кн.1 Механика, Савельев И.В., Москва: Астрель, 2006
2. 530.1 К45 Механика : берклеевский курс физики: учебное пособие для вузов, Рудерман М., Киттель Ч., Найт У., Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2005
3. 531 И83 Механика: основные законы : учебное пособие для вузов, Иродов И.Е., Москва: Лаборатория Базовых Знаний, 2003

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Методические рекомендации для усвоения теоретического курса.

Для успешного изучения курса общей физики на младших курсах и подготовки к изучению курсов теоретической физики при обучении в институте на старших курсах необходимо придерживаться определенной методики занятий. Основное условие успеха — систематические занятия. Почти бесполезно только читать любой учебник, его нужно конспектировать, т. е. записывать самое главное из того, что вы поняли (записывать надо свои мысли, а не текст учебника). Все, что осталось непонятым, надо на ближайшем занятии спросить. Выводы, встречающиеся в курсе (учебник, лекция), необходимо проделать самостоятельно. После того как вы научились давать определения (физически правильно и грамматически верно), записывать их математически, формулировать своими словами и записывать физические законы, объяснять, где и как они применяются, можно считать изучение данного раздела законченным. Ничего, включая важнейшие выводы, определения и формулировки, не надо учить наизусть. При необходимости понятый и закрепленный материал вы легко вспомните. Прорабатывая материал, полезно пользоваться разными учебниками. При подготовке к экзаменам достаточно собственного конспекта.

Методические рекомендации для подготовки к семинарским занятиям и решению задач.

Программа курса и семестровый календарный план составлены так, что темы семинарских занятий следуют строго за темами лекций. Подготовиться к очередному семинарскому занятию - это, прежде всего, проработать лекционный материал, согласно методическим рекомендациям, данным выше. Все невыясненные вопросы теории можно (и нужно) задать преподавателю в начале семинарского занятия. На семинаре, как правило, разбираются вопросы и качественные задачи, дающие возможность более глубоко постичь изучаемый раздел курса. Кроме того, на семинаре учат правильно ставить и решать задачи, анализировать решение задач. По пройденной на семинаре теме даются задачи для самостоятельного (домашнего) решения. Усвоение курса во многом зависит от осмысленного выполнения домашнего задания, вдумчивого решения большого количества задач.

При решении задач целесообразно руководствоваться следующими правилами. Прежде всего нужно хорошо вникнуть в условие задачи, записать кратко ее условие. Если позволяет характер задачи, обязательно сделайте рисунок, поясняющий ее сущность. За редкими исключениями, каждая задача должна быть сначала решена в общем виде (т. е. в буквенных обозначениях, а не в числах), причем искомая величина должна быть выражена через заданные величины. Получив решение в общем виде, нужно проверить, правильную ли оно имеет размерность. Если это возможно, исследовать поведение решения в предельных случаях. Убедившись в правильности общего решения, подставляют в него вместо каждой из букв числовые значения обозначенных ими величин, беря, разумеется, все эти значения в одной и той же системе единиц. Надо помнить, что числовые значения физических величин всегда являются приближенными. Поэтому при расчетах необходимо руководствоваться правилами

действий с приближенными числами. В частности, в полученном значении вычисленной величины нужно сохранить последним тот знак, единица которого превышает погрешность этой величины. Все остальные значащие цифры надо отбросить.

Методические рекомендации для подготовки к лабораторным работам.

Освоение студентом лабораторного практикума – необходимая составная часть работы студента при освоении курса общей физики.

Каждый студент за один семестр должен выполнить по индивидуальному графику семь (если специально не оговорено) лабораторных работ. График работ студент получает на первом в семестре занятии в соответствующей лаборатории. Тема очередной лабораторной работы студента может опережать лекционный курс. Кроме того, темы около четверти лабораторных работ вообще не отражены в лекционном курсе. Такие лабораторные работы расширяют круг вопросов, рассматривающихся в разделе курса общей физики. По этой причине описание каждой лабораторной работы содержит достаточно проработанное теоретическое введение, основные расчетные формулы и формулы расчета погрешности, подробное описание лабораторной установки, сценарий проведения лабораторной работы, виды таблиц, для внесения в них результатов измерений, контрольные вопросы, дающие студенту осуществить самоконтроль уровня своей подготовки к работе.

Физическая лаборатория – помещение повышенной опасности. Поэтому, все студенты в начале каждого семестра перед началом работы в лаборатории проходят инструктаж по технике безопасности. Каждый студент в специальном журнале ставит свою подпись о том что он прослушал инструктаж по технике безопасности работы в лаборатории и обязуется выполнять все пункты инструктажа.

1. Студенты не допускаются в лабораторию:

а/ после звонка,

б/ в верхней одежде.

2. Студент допускается к выполнению работы только после проверки преподавателем готовности студента.

Готовность студента к выполнению лабораторной работы состоит в следующем:

а) полностью подготовлена к сдаче предыдущая работа,

б) подготовлена текущая работа, подготовка включает: название работы, схему установки, рабочие формулы и формулы для расчета погрешностей; перечень приборов и принадлежностей (технические характеристики заполняются в лаборатории); перечень заданий и таблицы для прямых измерений;

в) знание эксперимента и теории данной работы в рамках описания работы в практикуме и учебника по курсу общей физики.

3. Студент не допускается к выполнению работы, если:

а) отсутствует лабораторный журнал или указанные в пункте 2-б записи в нем,

б) студент не знает теории работы в рамках теоретического введения в практикуме и не представляет отчетливо, что и каким методом он будет измерять;

в) имеется более одной несданной работы;

г) не подготовлена к сдаче предыдущая работа.

4. Студенты, недопущенные к выполнению по п.п.1-а, 3, выполняют работу в зачетную неделю.

5. Студентам, пропустившим занятия по уважительным причинам (имеется допуск из деканата), предоставить в течение семестра возможность выполнения любой свободной работы,

не включенной в его индивидуальный график. Для этого преподаватель должен в лабораторном журнале студента сделать запись с просьбой допустить студента в удобное для студента время к выполнению работы (указать номер работы, выбранной преподавателем из менее занятых, что соответствует концу списка «График выполнения работ студентами»).

6. В течение одного занятия допускается выполнение не более одной лабораторной работы.

7. Не допускается совместная работа 2-х и большего числа студентов за одной установкой, если это не предусмотрено методическими указаниями к выполнению данной работы.

Правила ведения лабораторного журнала студента.

1. В качестве журнала используется тетрадь большего размера.

2. На титульном листе журнала должны быть указаны фамилия и инициалы студента, номер группы.

3. Оформление каждой работы начинается с новой страницы. Схемы и графики выполняются карандашом, все записи делаются ручкой, для графиков используется только миллиметровая бумага, графики вклеиваются в виде страницы в лабораторный журнал.

4. При оформлении работы рекомендуется выделять страницы для расчета. На расчетных страницах должны обязательно присутствовать рабочие формулы с подстановкой результатов прямых измерений и физических констант в одной системе единиц. На этих же страницах производится расчет погрешностей.

5. Оформление работы завершается написанием заключения. В заключении должны содержаться ответы на следующие вопросы:

- а) что и каким методом измерялось,
- б) результаты с абсолютной и относительной погрешностями, доверительной вероятностью;
- в) анализ результатов и погрешностей.

Прием зачета по лабораторной работе заключается в проверке:

- а) результатов работы,
- б) достоверности расчетов и их соответствия прямым измерениям
- в) правильности построения графиков,
- г) оформления работы и заключения.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Методические рекомендации к проведению лекций

1. Подготовка к лекции. Сразу после прочтения очередной лекции надо начинать подготовку к следующей. Составить план лекции, в котором указать, какие вопросы и в какой последовательности будут излагаться, какие демонстрации и в каком, «месте» будут показаны. Не следует перегружать лекцию демонстрациями – оптимальное число демонстраций, как правило, равно 3-5. Демонстрации должны быть обязательно к месту и с объяснением сути демонстрируемого явления. Попытаться, не заглядывая в книгу или конспект, проделать необходимые выкладки. Когда это не удастся, нужно восстановить в памяти материал лекции по книге или конспекту и снова попытаться проделать выкладки самостоятельно. Если по истечении 1-2 дней вам удастся проделать выкладки, без каких – либо затруднений, можете

быть уверенными, что во время лекции вы не собьетесь. Далее следует ознакомиться с тем, как излагается соответствующий вопрос в нескольких заслуживающих доверия учебных пособиях. , На лекцию нужно идти, безукоризненно владея материалом. Плохо подготовившийся лектор будет думать не о том, как заинтересовать и увлечь слушателей, а опасаться, как бы не забыть какой-либо вывод или формулировку.

2. Характер лекции. Каждая лекция должна читаться непринужденно, «на подъеме». Если вам во время лекции скучно, то слушателям в десять раз скучнее. Монотонное, бесстрастное чтение лекций совершенно недопустимо. Лекции должны быть эмоционально окрашенными. Нужно увлекать слушателей своей увлеченностью. Выражать удивление и восхищение полученными результатами. Обращать внимание на их простоту (если не имеет место противное), симметрию, красоту. Читая лекцию, нужно стремиться будить мысль, рассуждать вслух, вовлекая в этот процесс студентов. Когда бывает, возможно, предлагать студентам сообразить, каким может быть искомый результат. Огромное значение имеет культура речи. Неприемлема сбивчивая, несвязная речь.

3. Техника чтения. В начале лекции нужно дать краткое введение, аннотацию, обзор для ориентировки. Рассказать о чем будет речь, что и как будет выяснено или получено. Закончив изложение, какого-либо вопроса, дать резюме, обозреть сделанное. В ходе лекции нужно указывать, что и в каком виде студенту нужно будет помнить наизусть, и в особенности, что не надо стремиться запомнить. Читая лекцию, нужно все время заботиться, чтобы вас понимали. Говорить громко, внятно, разборчиво, писать крупно, аккуратно и четко. Следить за темпом чтения. Темп должен быть достаточно умеренным для того, чтобы студенты успевали следить за ходом рассуждений и записывать основное, и вместе, с тем достаточно живым, чтобы не воцарилась скука.

4. Соотношение лекций с учебником. В лекции и учебнике рассматриваются одни и те же вопросы, но в разных ракурсах и различными выразительными средствами. В отличие от учебника в лекции используются жесты, мимика, большая свобода и выразительность речи, демонстрации. В известном смысле можно сказать, что лекция и учебник не дублируют, а дополняют друг друга.

Методические рекомендации к проведению практических занятий

Основная и очень трудная задача – добиться того, чтобы студент регулярно и интенсивно работал над теорией и задачами. Студенты должны быть приучены к этому с первого дня, чтобы это казалось им естественным, само собой разумеющимся. Для решения этой задачи имеется целая система приемов.

Один из приемов – это процедура опроса. Это не просто опрос, это – церемониал, в котором участвует вся группа. В этом соль, в этом психологическая подоснова опроса. То, что вы узнаете, кто что сделал или не сделал, в каком состоянии находится группа, - это не главное, это – побочный результат церемонии опроса. Главное в том, что студент оказывается поставленным в такие психологические обстоятельства, что ему приходится работать. Мы настаиваем на том, что должен быть церемониал опроса, в котором участвуют все студенты, все с интересом слушают, кто что скажет. И никаких при этом задач, никаких вопросов для обдумывания не должно быть. На последующих занятиях обязательно поинтересуйтесь, как обстоит дело с долгами. Если студент говорит, что долг ликвидирован, зачеркивается соответствующая пометка в тетради. Если студент заявляет, что долг пока остается, на следующем семинаре снова спросите, как обстоит дело с долгами, и так поступайте до тех пор, пока долг не будет ликвидирован.

Отличным средством стимулирования регулярной самостоятельной работы студента является вызов студентов к доске по жребию. Вызывая к доске для решения одной громоздкой задачи нескольких студентов (каждый из них выполняет один какой-то этап решения), преподавателю удастся на каждом занятии опросить у доски 10 – 12 студентов. Следовательно, независимо от того, был ли студент у доски на одном, двух, трех и т. д. предыдущих занятиях, у него всегда существует равная 0,4 – 0,5 вероятность того, что ему придется отвечать у доски. Итак, у всех студентов должен иметься абсолютно равный шанс на каждом занятии быть вызванным к доске. И единственный способ этого добиться – жеребьевка.

Составляя план занятия, намечайте, какие задачи будут обсуждаться (эта часть плана уточняется на занятии с учетом результатов опроса – задачи, с которыми не справилась заметная часть студентов, обязательно разбираются на доске) и какие вопросы по теории задавать.

Вызванный к доске рассказывает о решении задачи при участии, при активном внимании всех остальных студентов. Все время надо поддерживать их в таком состоянии. С этой целью время от времени можно сказать: «Стоп! Отойдите в сторону!» и затем, обращаясь к аудитории: «Ну, как? Правильно он это сделал?» или «Ваше отношение к написанному (или сказанному)?» Затем, идя по проходу между столами и указывая по очереди на студентов, спрашивать: «Вы..., вы?». Они отвечают: «Согласен», «Не согласен» или «Не знаю». В последнем случае надо говорить: «Думайте, думайте, составляйте своё мнение!». И все думают. Затем можно обратиться к кому-либо из «несогласных» и спросить: «Почему вы не согласны?». Следует ответ: «Потому-то и потому-то... Там-то ошибка...» и т.д. Так можно проходить по рядам, опрашивая студентов несколько раз за семинар. Это делается быстро и мобилизующе действует на аудиторию. Все время студенты вовлекаются в совместную работу. Таким образом, студент всегда должен быть готов к тому, что спросят его мнение о том, что утверждает или пишет студент, вызванный к доске. Надо добиваться того, чтобы каждый студент в течение всего семинара активно думал, не отсутствовал мысленно, следил за тем, что делает или говорит отвечающий у доски.

Порядок проведения семинара

1. Опрос студентов о решении задач, готовности по теории и присутствии на предшествующей лекции. В ходе опроса нужно выяснить, как обстоит дело с долгами.

2. Консультация. Преподаватель интересуется: «У кого есть вопросы по теории и задачам?» Вопросы должны быть конкретными и относящимися к материалу данной недели. Не допускать, чтобы посредством вопросов студенты «тянули время».

3. Вызов к доске по жребию, разбор задач и вопросов при участии и активном внимании всех студентов. При объяснении на доске решения задач студентам разрешается пользоваться их домашней тетрадью. Для экономии времени условие задачи зачитывает сам преподаватель. После того как показано на доске решение задачи, нужно поинтересоваться: «А кто сделал иначе?». Все предлагаемые варианты решения должны быть разобраны, сопоставлены и оценены. Задачи разбираются на доске не всегда до конца. Иногда после того, как намечен принцип решения, можно сказать: «Теперь всё ясно, не будем терять времени на простую арифметику или алгебру и т.п. Доведите задачу до конца самостоятельно».

4. Полезно практиковать время от времени мини контрольные: минут за 15 до окончания семинара студентам предлагается решить несложную задачу (студентам, сидящим рядом, нужно давать неодинаковые задачи).

5. В конце занятия (или после опроса) студенты записывают номера задач, которые они должны решить к следующему разу. Задание по теории не дается, – раз навсегда

устанавливается, что студенты обязаны подготовить к очередному занятию теоретический материал, предусмотренный календарным планом на данную неделю.

Методические рекомендации к проведения лабораторных занятий

Целью занятий является закрепление и углубление теоретических знаний студентов, полученных при изучении теоретического курса; при этом будут решены следующие задачи:

- привить студентам начальные навыки по организации и проведению экспериментальных исследований;
- ознакомить студентов с устройством и принципом действия основных физических приборов;
- закрепить знания в области анализа и обработки полученных экспериментальных результатов.

На первом занятии преподаватель знакомит студентов с задачами практикума и его содержанием; с порядком подготовки, выполнения и защиты лабораторных работ; с графиком выполнения работ; с правилами техники безопасности при работе в лаборатории; с требованиями, предъявляемыми к студентам при выполнении физического практикума. На всех последующих занятиях преподаватель проводит в начале занятия допуск студентов к выполнению лабораторных работ, при допуске преподаватель проверяет наличие в студенческом лабораторном журнале оформления текущей лабораторной работы, подготовленность к защите предыдущей работы, а также насколько студент понимает суть выполняемой работы и исследуемые закономерности. После проведения измерений студентами преподаватель визирует в студенческом лабораторном журнале корректность результатов прямых измерений. Защита заключается в проверке результатов работы, достоверности расчетов, правильности построения графиков, оформления работы и заключения. Также предполагаются правильные и полные ответы студента на контрольные вопросы по данной работе. Выполненная работа оценивается от 60 до 100 баллов, в зависимости от правильности расчетов получаемых величин и их погрешностей, полноты проведенного анализа и понимания физических процессов.

Не подготовленные студенты и не выполнившие данные требования к выполнению работы не допускаются.

Пропущенная лабораторная работа должна быть выполнена студентом на резервном занятии в конце семестра или на зачетной неделе.

Автор(ы):

Хангулян Елена Владимировна

Кошелкин Андрей Васильевич

Рецензент(ы):

Калашников Николай Павлович, д.ф.-м.н., профессор