

ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ

КАФЕДРА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО

НТС ИНТЭЛ Протокол №2 от 26.04.2023 г.

УМС ИЯФИТ Протокол №01/423-573.1 от 20.04.2023 г.

НТС ЛАПЛАЗ Протокол №1/04-577 от 27.04.2023 г.

НТС ИФИБ Протокол №3 от 11.05.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

АТОМНАЯ ФИЗИКА

Направление подготовки
(специальность)

- [1] 12.03.04 Биотехнические системы и технологии
- [2] 03.03.02 Физика
- [3] 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии
- [4] 03.03.01 Прикладные математика и физика
- [5] 16.03.02 Высокотехнологические плазменные и энергетические установки
- [6] 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
- [7] 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
- [8] 01.03.02 Прикладная математика и информатика
- [9] 14.03.02 Ядерные физика и технологии
- [10] 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В СРС, час.	КСР, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
5	4-5	144-180	32	32	32		21-48	0	Э
Итого	4-5	144-180	32	32	32	16	21-48	0	

АННОТАЦИЯ

Преподавание дисциплины реализуется через лекционные, семинарские (практические) и лабораторные занятия. В рамках данной дисциплины студенты знакомятся с основами квантовой физики: теорией теплового излучения, атомной и молекулярной спектроскопии, теорией твердого тела, явлением радиоактивности. Студенты получают общее представление о физике атомного ядра и элементарных частиц. На практических занятиях студенты приобретают навыки/умения применения квантовых представлений для решения исследовательских и инженерных задач. В рамках данной дисциплины студенты приобретают навыки/умения работы со спектроскопическими и спектраграфическими приборами и оборудованием.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Задачи дисциплины:

- Изучение студентами основных понятий, определений и законов атомной физики и спектроскопии;
- Формирование у студента способности применять знания, получаемые при изучении курса, к решению практически физических задач;
- Получение основ профессиональных навыков проведения несложных физических экспериментов в учебных физических лабораториях;
- Обучение студентов самостоятельной работе с учебной литературой;• 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

При освоении дисциплины студенты приобретают основные сведения по атомной физике, квантовой механике и спектроскопии необходимые для дальнейшего успешного изучения курсов теоретической физики. Для успешного освоения дисциплины студентам необходимо знать основные законы механики и молекулярной физики и статистической термодинамики, электромагнетизма и оптики.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

<p>ОПК-1 [7] – Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности</p>	<p>З-ОПК-1 [7] – Знание основных законов высшей математики, общей и теоретической физики, применительно к инженерным задачам У-ОПК-1 [7] – Умение применять основные положения и законы высшей математики, общей и теоретической физики, естественных наук к решению задач инженерной деятельности В-ОПК-1 [7] – Владение методами высшей математики и естественных наук применительно к задачам электроники и наноэлектроники</p>
<p>ОПК-1 [9] – Способен использовать базовые знания естественных наук дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p>	<p>З-ОПК-1 [9] – Знать базовые законы естественнонаучных дисциплин; основные математические законы; основные физические явления, процессы, законы и границы их применимости; сущность основных химических законов и явлений; методы математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-ОПК-1 [9] – Уметь выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат В-ОПК-1 [9] – Владеть математическим аппаратом для разработки моделей процессов и явлений, решения практических задач профессиональной деятельности; навыками использования основных общезначимых законов и принципов</p>
<p>ОПК-1 [6] – Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания</p>	<p>З-ОПК-1 [6] – знать фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы; У-ОПК-1 [6] – уметь применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера; В-ОПК-1 [6] – владеть навыками моделирования, математического анализа, а также решать задачи в области естественнонаучных и общеинженерных знаний.</p>
<p>ОПК-2 [4] – Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности</p>	<p>З-ОПК-2 [4] – Знать современные информационные технологии и программные средства для решения задач профессиональной деятельности У-ОПК-2 [4] – Уметь выбирать и использовать современные информационные технологии и программные средства для решения задач профессиональной деятельности В-ОПК-2 [4] – Владеть навыками применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности</p>
<p>ОПК-4 [6] – Способен проводить измерения и наблюдения в сфере</p>	<p>З-ОПК-4 [6] – знать основные методы проведения экспериментальных исследований, контроля и</p>

<p>профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные</p>	<p>диагностики; У-ОПК-4 [6] – уметь пользоваться современными средствами измерения, контроля и обработки экспериментальных данных; В-ОПК-4 [6] – владеть навыками выбора методик и оборудования для проведения экспериментальных исследований и измерений, а также обработки и представления полученных экспериментальных данных.</p>
<p>УК-1 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10] – Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p>	<p>3-УК-1 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10] – 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, 9, 10] – 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, 9, 10] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач</p>
<p>УКЕ-1 [1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10] – Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах</p>	<p>3-УКЕ-1 [1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10] – знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-УКЕ-1 [1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10] – 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, 7, 8, 10] – 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</p>

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

<p>Задача профессиональной деятельности (ЗПД)</p>	<p>Объект или область знания</p>	<p>Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)</p>	<p>Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции</p>
<p>педагогический</p>			

<p>Проведение дополнительных/факультативных занятий по учебным курсам, связанными с математическим моделированием физических процессов</p>	<p>природные и социальные явления и процессы, объекты техники, технологии и производства, модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области математики, физики и других естественных и социально-экономических наук по профилям предметной деятельности в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства, управления и бизнеса.</p>	<p>ПК-13 [4] - Способен организовывать лабораторные занятия со студентами в области электрофизики, измерительной техники, лазерных технологий и импульсных процессов.</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 01.001, 01.003</p>	<p>З-ПК-13[4] - Знать основные цели и задачи, особенности содержания и организации педагогического процесса на основе компетентностного подхода; психологические особенности обучающихся, принципы организации лабораторных занятий со студентами в области электрофизики, измерительной техники, лазерных технологий и импульсных процессов. ; У-ПК-13[4] - Уметь организовывать лабораторные занятия со студентами в области электрофизики, измерительной техники, лазерных технологий и импульсных процессов.; В-ПК-13[4] - Владеть навыками преподавания специальных дисциплин в области общей, прикладной и фундаментальной физики, в том числе организации и проведения лабораторных работ.</p>
--	--	--	---

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)	<p>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</p>

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>5 Семестр</i>						
1	Квантовая физика	1-8	16/16/0	к.р-8 (5)	20	КИ-8	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-

							2, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1
2	Физика атома и элементарных частиц	9-16	16/16/0	ДЗ-16 (1),к.р-15 (5)	20	КИ-16	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2,

							3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1
3	Атомная Физика. Физпрактикум	1-16	0/0/32	КИ-8 (100)	10	КИ-16	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-

							ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, 3-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1
	<i>Итого за 5 Семестр</i>		32/32/32		50		
	Контрольные мероприятия за 5 Семестр				50	Э	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-

							1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3- ОПК- 2, У- ОПК- 2, В- ОПК- 2, 3-УК- 1, У- УК-1, В- УК-1, 3- УКЕ- 1, У- УКЕ- 1, В- 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>5 Семестр</i>	32	32	32
1-8	Квантовая физика	16	16	0

1	Тепловое излучение Тепловое излучение. Испускательная и поглощательная способности тел. Закон Кирхгофа. Абсолютно черное тело. Закон Стефана-Больцмана. Закон Вина. Стоячие волны в пространстве трех измерений. Число нормальных состояний в интервале ν . Формула Релея-Джинса. Статистическое среднее энергии гармонического осциллятора (классическое и квантовое выражение). Формула Планка. Постоянная Планка.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Фотоны Тормозное рентгеновское излучение. Коротковолновая граница тормозного рентгеновского спектра. Фотоэффект. Опыты Столетова. Формула Эйнштейна. Опыты Милликена. Красная граница фотоэффекта. Опыт Боте. Фотоны. Корпускулярно-волновой дуализм. Соотношение между волновой и корпускулярной картинами. Эффект Комптона. Комptonовская длина волны.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	Ядерная модель атома Атомные спектры. Опыты по рассеянию альфа-частиц. Формула Резерфорда. Ядерная модель атома. Постулаты Бора. Опыт Франка и Герца. Элементарная теория водородного атома Бора. Спектральные серии водородного атома.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	Волновые свойства вещества Гипотеза де-Бройля. Экспериментальные основания квантовой механики. Опыты Дэвиссона и Джермера. Дифракция электронов. Опыты Томпсона и Тарковского. Неприменимость понятия траектории к микрочастицам. Прохождение электронного пучка через щели. Соотношение неопределенностей и принцип неопределенности Гейзенберга. Прохождение частицы через щель. Оценка размеров и минимальной энергии водородного атома.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	Элементы квантовой механики Уравнение Шредингера. Физический смысл и свойства пси-функции. Квантование энергии. Частица в одномерной бесконечно глубокой прямоугольной потенциальной яме. Результаты квантовой механики для гармонического осциллятора. Нулевая энергия. Правило отбора для колебательного квантового числа для радиационных переходов.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	Магнитный диполь. Контур с током в однородном и неоднородном магнитном поле Квантование числа орбитального момента импульса. Спин. Спин электрона. Сложение моментов импульса. Результирующий механический момент многоэлектронного атома. Связи LS и JJ. Символы термов.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	Результаты квантовой механики для атома водорода Квантовые числа электрона в атоме. Вырождение состояний. Кратность вырождения. Символы состояний. Схема уровней. Правило отбора для радиационных переходов.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	Спектральные серии атома водорода.			
8	Распределение электронов по энергетическим уровням в атоме Принцип Паули. Оболочки и подоболочки. Электронная конфигурация атома. Периодическая система элементов Менделеева.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Физика атома и элементарных частиц	16	16	0
9	Спектры щелочных металлов . Основные спектральные серии. Ридберговские поправки. Тонкая структура спектральных линий. Мультиплетность. Спин-орбитальное взаимодействие. Схема уровней и переходов в натрии.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	Характеристическое рентгеновское излучение Рентгеновские спектры. Закон Мозли. Двухатомная молекула. Схема энергетических уровней двухатомной молекулы.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	Магнитный момент атома Орбитальные и спиновые магнитные моменты. Магнетон Бора. Множитель Ланде. Атом в магнитном поле. Эффект Зеемана. Электронный парамагнитный резонанс.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	Лазеры Спонтанное и вынужденное излучение. Коэффициенты Эйнштейна. Ширина спектральных линий. Инверсная заселенность уровней. Положительная обратная связь. Коэффициент усиления. Лазер на рубине.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	Теплоемкость кристаллов Спектр колебаний кристаллической решетки. Теория Дебая. Фононы. Распределение Бозе-Эйнштейна.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	Энергетические зоны в кристаллах Квантовая теория свободных электронов в металле. Плотность энергетических состояний. Распределение Ферми-Дирака. Металлы, полупроводники. Собственные и примесные полупроводники. Электронная и дырочная проводимости. Сверхпроводимость. Работа выхода. Теплоэлектронная эмиссия. Контактная разность потенциалов. Термоэлектрические явления.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	Элементы физики атомного ядра Состав атомного ядра. Атомный номер и массовое число. Изотопы. Размеры атомного ядра. Масса и энергия связи. Дефект массы. Оболочечная и капельная модели ядра. Радиоактивность. Виды радиоактивных процессов. Закон распада.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
16	Элементы физики элементарных частиц. Виды взаимодействия и классы элементарных частиц. Частицы и античастицы.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
1-16	Атомная Физика. Физпрактикум	0	0	32

1 - 16	Лабораторный физпрактикум Выполнение лабораторных работ по курсу.	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>5 Семестр</i>
1 - 16	Физпрактикум Работа 3. Эффект Комптона. Работа 9. Масс-спектрометр. Работа 10. Опыт Резерфорда. Работа 11. Определение энергии - частиц. Работа 12. Дифракция электронов. Работа 14. Изучение характеристического рентгеновского спектра меди. Работа 15. Электронный парамагнитный резонанс. Работа 16. Эффект Мессбауэра. Работа 17. Закон Мозли. Работа 18. Исследование треков ионизирующих частиц.

ТЕМЫ СЕМИНАРОВ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>5 Семестр</i>
1	Тепловое излучение Тепловое излучение.
2	Фотоны Фотоны. Эффект Комптона, тормозное рентгеновское излучение.
3	Ядерная модель атома Ядерная модель атома
4	Волновые свойства микрочастиц Волновые свойства микрочастиц. Де-бройлевская длина волны.
5	Элементы квантовой механики.

	Элементы квантовой механики. Уравнение Шредингера.
6	Квантование момента импульса Квантование момента импульса.
7	Результаты квантовой механики для атома водорода Результаты квантовой механики для атома водорода
8	Контрольная работа Тепловое излучение. Фотоны. Ядерная модель атома. Волновые свойства микрочастиц. Элементы квантовой механики. Квантование момента импульса.
9	Результаты квантовой механики для атома водорода Распределение электронов по энергетическим уровням в атоме
10	Спектры щелочных металлов Спектры щелочных металлов натрия, лития.
11	Характеристическое рентгеновское излучение. Характеристическое рентгеновское излучение.
12	Двухатомная молекула Двухатомная молекула
13	Магнитный момент атома Магнитный момент атома
14	Теплоемкость кристаллов Энергетические зоны в кристаллах
15	Контрольная работа Результаты квантовой механики для атома водорода. Распределение электронов по энергетическим уровням в атоме. Спектры щелочных металлов. Характеристическое рентгеновское излучение. Двухатомная молекула. Магнитный момент атома.
16	Элементы физики атомного ядра. Элементы физики элементарных частиц

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

На кафедре общей физики по каждому из разделов курса созданы электронные конспекты лекций и электронные презентации к ним (не менее 160 штук к каждому разделу). Лекции читаются в специализированной мультимедийной физической аудитории с приданным демонстрационным кабинетом. Преподавателями кафедры общей физики регулярно 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, к.р-8, ДЗ-16, к.р-15
	У-УК-1	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, ДЗ-16, к.р-15
	В-УК-1	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, ДЗ-16, к.р-15
УКЕ-1	З-УКЕ-1	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, ДЗ-16, к.р-15
	У-УКЕ-1	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, ДЗ-16, к.р-15
	В-УКЕ-1	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, ДЗ-16, к.р-15
ОПК-2	З-ОПК-2	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, ДЗ-16, к.р-15
	У-ОПК-2	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, ДЗ-16, к.р-15
	В-ОПК-2	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, ДЗ-16, к.р-15
ПК-13	З-ПК-13	КИ-16, КИ-8
	У-ПК-13	КИ-16, КИ-8
	В-ПК-13	КИ-16, КИ-8
ОПК-1	З-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, ДЗ-16, к.р-15
	У-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, ДЗ-16, к.р-15
	В-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, ДЗ-16, к.р-15
	З-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, ДЗ-16, к.р-15
	У-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, ДЗ-16, к.р-15
	В-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, ДЗ-16, к.р-15
	З-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, ДЗ-16, к.р-15
	У-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, ДЗ-16, к.р-15

	В-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, ДЗ-16, к.р-15
ОПК-4	З-ОПК-4	КИ-16, КИ-8
	У-ОПК-4	КИ-16, КИ-8
	В-ОПК-4	КИ-16, КИ-8

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 балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – <i>«отлично»</i>	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 – <i>«хорошо»</i>	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо 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 – <i>«удовлетворительно»</i>	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 – <i>«неудовлетворительно»</i>	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 А64 Анализ и представление результатов эксперимента : учебно-методическое пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
2. 53 А64 Анализ и представление результатов эксперимента : учебно-методическое пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
3. 539.1 Л12 Лабораторный практикум "Атомная физика" : , Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
4. ЭИ Л12 Лабораторный практикум "Атомная физика" : , Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
5. 539.1 Л12 Лабораторный практикум "Спектры атомов и молекул" : , Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
6. ЭИ Л12 Лабораторный практикум "Спектры атомов и молекул" : , Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
7. ЭИ Л12 Лабораторный практикум курса общей физики. Раздел "Атомная физика" : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
8. 539.1 Л12 Лабораторный практикум курса общей физики. Раздел "Атомная физика" : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
9. ЭИ Л12 Лабораторный практикум курса общей физики. Раздел "Спектры атомов и молекул" : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
10. 539.1 Л12 Лабораторный практикум курса общей физики. Раздел "Спектры атомов и молекул" : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
11. 53 К17 Руководство к решению задач по физике "Основы квантовой физики. Строение вещества. Атомная и ядерная физика" : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
12. ЭИ К17 Руководство к решению задач по физике "Основы квантовой физики. Строение вещества. Атомная и ядерная физика" : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
13. 53 С12 Сборник вопросов и задач по общей физике : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2013
14. 53 С12 Курс общей физики Кн.5 Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц, , Москва: Астрель, АСТ, 2007

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 53 И83 Задачи по квантовой физике : учебное пособие для вузов, И. Е. Иродов, Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2012
2. 533 Г67 Элементы физики плазмы : Учеб. пособие, Л. П. Горбачев, М.: МИФИ, 1992
3. 539.1 К52 Лабораторный практикум "Атомная физика". Закон Мозли (5-19А). Интенсивность характеристического рентгеновского излучения меди (5-20) : , Н. А. Клячин, М. В. Пентегова, В. В. Сурков, Москва: НИЯУ МИФИ, 2011

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

<http://library.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 закреплённый 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, обзреть 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 удается 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 ответить: «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 проведению 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

Ольчак Андрей Станиславович

Рецензент(ы):

Шилов Владимир Александрович, к.ф-м.н. доцент