МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»

(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
Директор института энергетики, нформационных технологий и управляющих систем
_____ к.т.н., доцент Белоусов А.В.
«20» мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины (модуля)

Основы ядерной физики

направление подготовки (специальность):

18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики

Направленность программы (профиль, специализация):

Ядерная и радиационная безопасность на объектах использования ядерной энергетики

Квалификация:

инженер

Форма обучения:

Очная

Институт: энергетики, информационных технологий и управляющих систем
Кафедра: физики

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.05.02 - Химическая технология материалов современной энергетики (уровень специалитета), утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 7 августа 2020 года № 913. Профиль (специализация): Ядерная и радиационная безопасность на объектах использования ядерной энергетики;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель: к.т.н., доцент _____ С.Н. Лаптева

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики:

«14» мая 2021 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой: к.ф.-м.н., доцент _____ А.В. Корнилов

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой теоретической и прикладной химии:

«15» мая 2021 г.

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор _____ В.И. Павленко

Рабочая программа одобрена методической комиссией института ЭИТУС:

«20» 05 2021 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент _____ А.Н. Семернин

1.ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименования компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания
Общепрофессиональные	ОПК-1. Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности.	ОПК-1.1 Анализирует и классифицирует физические и химические процессы, протекающие на объекте профессиональной деятельности	**Знания:** обозначений и размерностей физических величин; основных законов, явлений и понятий курса общей физики, основных понятий и законов организации живой природы и компонентов природной среды. **Умения:** пользоваться приборами и оборудованием; проводить физический эксперимент; обрабатывать результаты физического эксперимента; применять законы физики для решения практических задач. **Навыки:** самостоятельной работы с учебной и научной литературой, а также обработки полученной информации; применения физических закономерностей в своей практической деятельности.
		ОПК-1.2. Выбирает для решения задач профессиональной деятельности фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление	**Знания:** элементов общей теории относительности, элементов механики жидкостей, законов термодинамики, статистические распределения, законов электростатики, природы магнитного поля и поведение веществ в магнитном поле, законов электромагнитной индукции, волновых процессов, геометрической и волновой оптики, основ квантовой механики, строение многоэлектронных атомов, квантовую

			статистику электронов в металлах и полупроводниках, строение ядра, классификацию элементарных частиц; основные свойства ядер и теорию их устойчивости, закон радиоактивного распада, радиоактивные семейства, методы расчета активности в семействах, особенности альфа- и бета-распада, испускание гамма-квантов, основные ядерные реакции на нейтронах, заряженных частицах и гамма-квантах, процессы деления ядер и конструкцию ядерного реактора, методы управления ядерным реактором, процессы образования продуктов деления и трансурановых элементов, процессы взаимодействия тяжелых заряженных частиц и электронов с веществом, тормозные и радиационные потери энергии, взаимодействие гамма-квантов с веществом, методы регистрации излучений; электронное строение атомов и молекул, основы теории химической связи в соединениях разных типов, строение вещества в конденсированном состоянии, основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния, методы описания химических равновесий в растворах электролитов, химические свойства элементов различных групп Периодической системы и их важнейших соединений, строение и свойства координационных соедине-

			ний; основные этапы качественного и количественного химического анализа, теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа - электрохимических, спектральных, хромато-графических, методы разделения и концентрирования веществ; начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики, методы статистической термодинамики, методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах; **Умения:** решать типовые задачи, связанные с основными разделами физики, использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности; провести качественный и количественный анализ органического соединения с использованием химических и физико-химических методов анализа; проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений и расчеты основных характеристик дисперсных систем; **Навыки:** методов построения математической модели типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов; методов проведения физических измерений, методами корректной оценки погреш-

			ностей при проведении физического эксперимента; теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в Периодической системе химических элементов, экспериментальными методами определения физико-химических свойств неорганических соединений, экспериментальными методами синтеза, очистки, определения физико-химических свойств и установления структуры органических соединений;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. **Компетенция** ОПК-1.
   Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности.
   Данная компетенция формируется следующими дисциплинами

Стадия	Наименование дисциплины
1	Математика
2	Физика
3	Инженерная графика и основы конструкторской документации
4	Общая и неорганическая химия
5	Физическая химия
6	Коллоидная химия
7	Органическая химия
8	Основы ядерной физики
9	Промышленная экология
10	Механика
11	Материаловедение
12	Технология основных материалов современной энергетики

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зач. единиц, 252 часов.
Форма промежуточной аттестации экзамен.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины, час	**252**	**252**
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	**107**	**107**
Лекции	34	34
Лабораторные	34	34
Практические	34	34
Групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	**145**	**145**
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	91	91
Форма промежуточной аттестации (экзамен)	**36**	**36**

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1 Наименование тем, их содержание и объем
Курс 3 Семестр 6

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1.	**Атомное ядро и его свойства**				
	Строение атомного ядра. Сильное взаимодействие в атомном ядре. Оболочечная модель атомного ядра. Магнитные моменты ядер и ядерный магнитный резонанс. Капельная модель. Энергия связи атомного ядра.	6	6		18
2.	**Ядерные реакции**				
	Энергетический выход и порог ядерной реакции. Типы ядерных реакций. Альфа- и бета-распад ядер. Закон радиоактивного распада. Гамма-излучение ядер. Эффект Мёссбауэра и его применение. Ядерные цепные реакции. Физика нейтронов. Термоядерный синтез и проблема нуклеосинтеза. Защита от ионизирующих излучений.	8	8		18
3.	**Физика элементарных частиц**				
	Фундаментальные взаимодействия элементарных частиц. Диаграммы Фейнмана и квантовая теория поля. Источники элементарных частиц с большой энергией. Опыты по рассеянию электронов на нуклонах. Кварковая модель адронов. Сильное взаимодействие кварков. Цветовой заряд. Слабое взаимодействие элементарных частиц. Симметрии в физике элементарных частиц	6	6		18
	Воздействие концентрированными потоками энергии (лазерное излучение, ионные и электронные пучки, у-кванты) Дефектообразование и другие процессы при этих воздействиях. Имплантация. Формирование неравновесных состояний в твердых растворах. Формирование недиаграммных фазах, атомное перемешивание, испарение. Формирование дислокационной структуры, эффект дальнодействия.	6	6		18
4.	**Деформационные дефекты в кристаллических материалах**				
5	Точечные дефекты. Линейные деформационные дефекты. Планарные деформационные дефекты. Объемные дефекты пластической деформации. Механизмы генерации точечных дефектов. Генерация дислокаций. Дислокационные стенки. Механизмы аннигиляции дислокаций в процессе пластической деформации кристалла. Рекомбинация деформационных дефектов. Диффузионные процессы и аннигиляция точечных дефектов.	8	8		19
	ВСЕГО	34	34	34	91

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
1.	Атомное ядро и его свойства (ОПК-1)	Строение атомного ядра. Сильное взаимодействие в атомном ядре. Оболочечная модель атомного ядра.	2	2
		Магнитные моменты ядер и ядерный магнитный резонанс.	2	2
		Капельная модель. Энергия связи атомного ядра.	2	2
2.	Ядерные реакции (ОПК-1)	Энергетический выход и порог ядерной реакции. Типы ядерных реакций. Альфа- и бета-распад ядер.	2	2
		Закон радиоактивного распада. Гамма-излучение ядер. Эффект Мёссбауэра и его применение.	2	2
		Ядерные цепные реакции. Физика нейтронов.	2	2
		Термоядерный синтез и проблема нуклеосинтеза. Защита от ионизирующих излучений.	2	2
3.	Физика элементарных частиц (ОПК-1)	Фундаментальные взаимодействия элементарных частиц. Диаграммы Фейнмана и квантовая теория поля.	2	2
		Источники элементарных частиц с большой энергией. Опыты по рассеянию электронов на нуклонах. Кварковая модель адронов.	2	2
		Сильное взаимодействие кварков. Цветовой заряд. Слабое взаимодействие элементарных частиц. Симметрии в физике элементарных частиц	2	2
4.	Воздействие концентрированными потоками энергии (лазерное излучение, ионные и электронные пучки, у-кванты) (ОПК-1)	Дефектообразование и другие процессы при этих воздействиях. Имплантация.	2	2
		Формирование неравновесных состояний в твердых растворах. Формирование недиаграммных фазах, атомное перемешивание, испарение.	2	2
		Формирование дислокационной структуры, эффект дальнодействия.	2	2
5.	Деформационные дефекты в кристаллических материалах (ОПК-1)	Точечные дефекты. Линейные деформационные дефекты. Планарные деформационные дефекты.	2	2
		Объемные дефекты пластической деформации. Механизмы генерации точечных дефектов.	2	2
		Генерация дислокаций. Дислокационные стенки. Механизмы аннигиляции дислокаций в процессе пластической деформации кристалла.	2	2
		Рекомбинация деформационных дефектов. Диффузионные процессы и аннигиляция точечных дефектов.	2	2
		ВСЕГО:	34	34

4.3Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
Семестр № 6				
1	Деформационные дефекты в кристаллических материалах (Раздел 5) (ОПК-1)	Дифракция электронов на кристаллической решетке Дифракция электронов	6	16
2	Ядерные реакции (Раздел 2) (ОПК-1)	Внешний фотоэффект Определение типа и периода кристаллической решётки вещества методом дифракции электронов	6	16
3	Физика элементарных частиц (Раздел 3) (ОПК-1)	Эффект Комптона Изучение туннельного диода и описание его свойств на основе квантовой статистики	6	16
4	Воздействие концентрированными потоками энергии (лазерное излучение, ионные и электронные пучки, у-кванты) (Раздел 4) (ОПК-1)	Прохождение электромагнитного излучения через вещество Изучение явления гистерезиса ферромагнитных материалов	6	16
5.	Атомное ядро и его свойства (Раздел 1) (ОПК-1)	Спектр излучения атомарного водорода	4	11
		Ядра атомов	6	16
		ВСЕГО:	34	91

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом

4.5. Содержание расчетно-графического задания

В процессе выполнения расчетно-графических заданий осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудиториях и посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

На выполнение РГЗ предусмотрено 18 часов самостоятельной работы студента по разделам 1, 2, 3, 4.

Типовые задания РГЗ

№ п/п	Наименование разделов дисциплины	Типовые задания РГЗ	Цель изучения РГЗ
1		2	3
1.	Атомное ядро и его свойства (Раздел 1) (ОПК-1)	а). Укажите, сколько нуклонов, протонов, нейтронов содержат следующие ядра: 1) $^{3}_{2}He$; 2) $^{10}_{5}B$; 3) $^{23}_{11}Na$; 4) $^{54}_{26}Fe$; 5) $^{104}_{47}Ag$; 6) $^{238}_{92}U$.	Цель задания – изучить строение и свойства атома и атомного ядра
		б). Покоившееся ядро радона $^{220}_{86}Rn$ выбросило α-частицу со скоростью v=16 Мм/с. В какое ядро превратилось ядро радона? Какую скорость v_1 получило оно в результате отдачи?	Цель задания – изучить взаимодействие частиц ядра и законы их взаимодействия.
2.	Ядерные реакции (Раздел 2) (ОПК-1)	а) Какая часть начального количества атомов распадется за один год в радиоактивном изотопе тория ^{228}Th? б) За время t=1 сут активность изотопа уменьшилась от A_1= 118 ГБк до A_2=7,4 ГБк. Определить период полураспада $T_{1/2}$ этого нуклида. в) Активность A препарата уменьшилась в k=250 раз. Скольким периодам полураспада $T_{1/2}$ равен протекший промежуток времени t?	Цель задания – изучить законы радиоактивного распада, виды ядерных реакций
3.	Физика элементарных частиц (Раздел 3) (ОПК-1)	а) Ядро атома азота $^{13}_{7}N$ выбросило позитрон. Кинетическая энергия T_e позитрона равна 1 МэВ. Пренебрегая кинетической энергией ядра отдачи, определить кинетическую энергию T_ν нейтрино, выброшенного вместе с позитроном.	Цель задания – изучить физику элементарных частиц,

4.	Воздействие концентрированными потоками энергии (лазерное излучение, ионные и электронные пучки, γ-кванты) (Раздел 4) (ОПК-1)	а) На какую глубину нужно погрузить в воду источник узкого пучка γ-излучения (энергия ε гамма-фотонов равна 1,6 МэВ), чтобы интенсивность I пучка, выходящего из воды, была уменьшена в k=1000 раз? б) Какую наименьшую энергию E нужно затратить, чтобы разделить на отдельные нуклоны ядра $^{7}_{3}Li$ и $^{7}_{4}Be$? Почему для ядра бериллия эта энергия меньше, чем для ядра лития.	Цель задания – изучить законы виды и законы излучения.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенции

1. Компетенция ОПК-1. Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности.

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Используемые средства оценивания
ОПК-1.1 Анализирует и классифицирует физические и химические процессы, протекающие на объекте профессиональной деятельности	Экзамен, защита лабораторных работ
ОПК-1.2. Выбирает для решения задач профессиональной деятельности фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление	Решение задач, защита РГЗ

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	Атомное ядро и его свойства (ОПК-1)	Строение атомного ядра.
		Сильное взаимодействие в атомном ядре.
		Оболочечная модель атомного ядра.
		Магнитные моменты ядер и ядерный магнитный резонанс.
		Капельная модель.

		Энергия связи атомного ядра.
2.	Ядерные реакции (ОПК-1)	Энергетический выход и порог ядерной реакции.
		Типы ядерных реакций.
		Альфа- и бета-распад ядер.
		Закон радиоактивного распада. Гамма-излучение ядер. Эффект Мёссбауэра и его применение.
		Ядерные цепные реакции. Физика нейтронов.
		Термоядерный синтез и проблема нуклеосинтеза. Защита от ионизирующих излучений.
3.	Физика элементарных частиц (ОПК-1)	Фундаментальные взаимодействия элементарных частиц.
		Диаграммы Фейнмана и квантовая теория поля.
		Источники элементарных частиц с большой энергией.
		Опыты по рассеянию электронов на нуклонах.
		Кварковая модель адронов.
		Сильное взаимодействие кварков.
		Цветовой заряд.
		Слабое взаимодействие элементарных частиц.
		Симметрии в физике элементарных частиц
4.	Воздействие концентрированными потоками энергии (лазерное излучение, ионные и электронные пучки, у-кванты) (ОПК-1)	Дефектообразование и другие процессы при этих воздействиях.
		Имплантация.
		Формирование неравновесных состояний в твердых растворах.
		Формирование в недиаграммных фазах, атомное перемешивание, испарение.
		Формирование дислокационной структуры, эффект дальнодействия.
5.	Деформационные дефекты в кристаллических материалах (ОПК-1)	Точечные дефекты.
		Линейные деформационные дефекты.
		Планарные деформационные дефекты.
		Объемные дефекты пластической деформации.
		Механизмы генерации точечных дефектов.
		Генерация дислокаций.
		Дислокационные стенки.
		Механизмы аннигиляции дислокаций в процессе пластической деформации кристалла.
		Рекомбинация деформационных дефектов.
		Диффузионные процессы и аннигиляция точечных дефектов.

Промежуточная аттестация в конце 6-го семестра осуществляется в форме **экзамена** после изучения разделов дисциплины «Основы ядерной физики»

Экзамен является значимым оценочным средством и решающим в итоговой оценке учебных достижений студента.

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме защиты лабораторных работ, выполнения заданий для самоподготовки, выполнения и защиты расчетно-графического задания. Перед выполнением лабораторной работы преподаватель проверяет оформление лабораторных работ и знание и умение работать с оборудованием; на практических занятиях преподаватель проводит собеседование студентов по освоению теоретического материала по данной теме и проводит разбор задач.

Собеседование предполагает специальную беседу с обучающимся и позволяет оценить объем его **знаний и умений** по определенному разделу дисциплины «Физика».

Текущий контроль изучения теоретического материала возможен с применением тестирования. Контрольные задания построены по принципу тематического усвоения материала и предусматривает многоуровневый вид контроля.

Темы и типовые контрольные задания текущего контроля (РГЗ)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины и темы практического занятия	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	**Атомное ядро и его свойства** (ОПК-1) Строение атомного ядра. Сильное взаимодействие в атомном ядре. Оболочечная модель атомного ядра. Магнитные моменты ядер и ядерный магнитный резонанс. Капельная модель. Энергия связи атомного ядра	1. Два ядра B сблизились до расстояния, равного диаметру ядра. Считая, что масса ядра и заряд равномерно распределены по объему ядра, определить силу F_1 гравитационного притяжения, силу F_2 кулоновского отталкивания и отношение этих сил (F_1/F_2). 2. Покоившееся ядро радона Rn выбросило альфа - частицу со скоростью v=16 Мм/с. В какое ядро превратилось ядро радона? Какую скорость V1 получило оно в результате отдачи?

2.	**Ядерные реакции** (ОПК-1) Энергетический выход и порог ядерной реакции. Типы ядерных реакций. Альфа- и бета-распад ядер. Закон радиоактивного распада. Гамма-излучение ядер. Эффект Мёссбауэра и его применение. Ядерные цепные реакции. Физика нейтронов. Термоядерный синтез и проблема нуклеосинтеза. Защита от ионизирующих излучений.	1. Сколько атомов полония распадется за время t=1 сутки из N=106 атомов? 2. За время t = 8 сут. распалось к=3/4 начального количества ядер радиоактивного изотопа. Определить период полураспада Т .
3.	**Физика элементарных частиц** (ОПК-1) Фундаментальные взаимодействия элементарных частиц. Диаграммы Фейнмана и квантовая теория поля. Источники элементарных частиц с большой энергией. Опыты по рассеянию электронов на нуклонах. Кварковая модель адронов. Сильное взаимодействие кварков. Цветовой заряд. Слабое взаимодействие элементарных частиц. Симметрии в физике элементарных частиц	1. Атомное ядро, поглотившее гамма - фотон с длиной волны 0,47 пм, пришло в возбужденное состояние и распалось на отдельные нуклоны, разлетевшиеся в разные стороны. Суммарная кинетическая энергия нуклонов равна 0,4 МэВ. Определить энергию связи ядра. 2. Определить наименьшую энергию, необходимую для разделения ядра углерода на три одинаковые части. 3. Атомное ядро, поглотившее гамма - фотон с длиной волны 0,47 пм, пришло в возбужденное состояние и распалось на отдельные нуклоны, разлетевшиеся в разные стороны. Суммарная кинетическая энергия нуклонов равна 0,4 МэВ. Определить энергию связи ядра. 4. Определить наименьшую энергию, необходимую для разделения ядра углерода на три одинаковые части. 5. Ядро атома азота выбросило позитрон. Кинетическая энергия позитрона равна 1 МэВ. Пренебрегая кинетической энергией ядра отдачи, определить кинетическую энергию нейтрино, выброшенного вместе с позитроном.

4.	**Воздействие концентрированными потоками энергии (лазерное излучение, ионные и электронные пучки, у-кванты)** (ОПК-1) Формирование неравновесных состояний в твердых растворах. Формирование не диаграммных фазах, атомное перемешивание, испарение. Формирование дислокационной структуры, эффект дальнодействия.	1. Чугунная плита уменьшает интенсивность I узкого пучка гамма - излучения (энергия E гамма-фотонов равна 2,8 МэВ) в k=10 раз. Во сколько раз уменьшится интенсивность этого пучка свинцовая плита такой же толщины? 2. Какая доля w всех молекул воздуха при нормальных условиях ионизируется рентгеновским излучением при экспозиционной дозе X=258 мкКл/кг?
5.	**Деформационные дефекты в кристаллических материалах** (ОПК-1) Точечные дефекты. Линейные деформационные дефекты. Планарные деформационные дефекты. Объемные дефекты пластической деформации. Механизмы генерации точечных дефектов. Генерация дислокаций. Дислокационные стенки. Механизмы аннигиляции дислокаций в процессе пластической деформации кристалла. Рекомбинация деформационных дефектов. Диффузионные процессы и аннигиляция точечных дефектов.	1. Выход реакции образования радиоактивных изотопов можно охарактеризовать либо числом k1- отношение числа происшедших актов ядерного превращения к числу бомбардирующих частиц, либо числом k_2 [Бк]- отношением активности полученного продукта к числу частиц, бомбардирующих мишень. Как связаны между собой величины k_1 и k_2?

Защита РГЗ проходит в виде собеседования по результатам решения задач.

Темы и типовые контрольные задания текущего контроля (защита лабораторных работ)

№	Наименование раздела дисциплины и лабораторной работы	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	**Ядерные реакции** Изучения ядерного магнитного резонанса (ОПК-1)	1. Дать определение спина магнитного момента множителя Ланде. 2. Что такое нормальный и аномальный эффект Зеемана? 3. В чем сущность опыта Штерна и Герлаха? 4. Распределение Ферми-Дирака, Бозе-Эйнштейна, Больцмана . 5. Вывести выражение для расчета частоты прецессии магнитного момента в постоянном магнитном поле . 6. Объяснить устройство установки для наблюдения явления ядерного магнитного резонанса . 7. Что такое эффект холла ?
2	**Физика элементарных частиц** Изучение полупроводникового диода Изучение зависимости электрического сопротивления проводников и полупроводников от температуры (ОПК-1)	1. Что представляют собой проводники, полупроводники, диэлектрики? Сформулируйте основные положения зонной теории. 2. Что такое собственная проводимость полупроводников? 3. Что такое примесная проводимость полупроводников? Опишите механизм образования полупроводников p и n типа. 4. Объясните образование p - n перехода. Поясните, какие участки ВАХ соответствуют рабочему состоянию диода. 5. Почему полупроводниковый диод пропускает электрический ток преимущественно в одном направлении? Расскажите о применении полупроводниковых диодов.
3	**Воздействие концентрированными потоками энергии (лазерное излучение, ионные и электронные пучки, у-кванты)** Изучение эффекта Холла в полупроводниках Изучение законов внешнего фотоэффекта (ОПК-1)	1. Какие вещества называются диэлектриками, проводниками, полупроводниками? Чем объясняется различие их электрических свойств? Объясните механизм проводимости в металлах и полупроводниках. Как зависит от температуры проводимость проводников и полупроводников? 2. Чему равна и как направлена сила, действующая на отрицательный электрический заряд, движущийся в магнитном поле? 3. Чему равна работа силы Лоренца при движении протона в магнитном поле? Ответ объяснить. 4. Что такое эффект Холла? Механизм его возникновения. От чего зависит поперечная разность потенциалов? Рассмотрите эффект Холла в беспримесных полупроводниках. 5. Выведите расчетные формулы для определения концентрации, подвижности носителей заряда и для проводимости вещества. 6. Что такое световой поток? 7. Связь между длиной волны, частотой и скоростью света. 8. Что такое фотон (квант света)? 9. Чему равна энергия фотона? 10. В чем заключается явление внешнего фотоэффекта? 11. Сформулируйте законы внешнего фотоэффекта. 12. Сформулируйте и объясните уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта. 13. Что понимают под красной границей фотоэффекта? 14. Объясните термин "задерживающая разность потенциалов". Как найти задерживающий потенциал? 15. Как зависит задерживающий потенциал от частоты падающего света?

№	Наименование раздела дисциплины и лабораторной работы	Содержание вопросов (типовых заданий)
		16. От чего зависит максимальная скорость фотоэлектронов? 17. Чему равен угловой коэффициент зависимости $U_з = f(\nu)$? 18. Что называется спектральной и вольтамперной характеристиками фотоэлемента? 19. Какой вид имеет вольтамперная характеристика при освещении его светом: а) с частотой, большей граничной; б) с частотой меньшей граничной; в) с частотой, равной граничной частоте? 20. Как устроен вакуумный фотоэлемент?
4	**Деформационные дефекты в кристаллических материалах** Изучение свойств сегнетоэлектриков (ОПК-1)	1. Объясните физические явления, происходящие при поляризации диэлектрика. Какими величинами характеризуются свойства диэлектрика и их единицы в СИ? 2. Каковы отличительные свойства сегнетоэлектрика и как они проявляются? Как изменяется диэлектрическая проницаемость с повышением температуры и вблизи точки Кюри? 3. Поясните зависимость $P(E)$, описывающую петлю гистерезиса сегнетоэлектрика. Как она меняется с изменением температуры? Проанализируйте графики $P_r(t)$ и $E_c = (t)$, где t – температура. 4. Как происходит спонтанная поляризация в кристалле титана бария? 5. Объясните явление фазового перехода. Охарактеризуйте виды фазовых переходов. Приведите примеры фазовых переходов в твердых телах. 6.Поясните, что такое точка Кюри и в каком процессе она проявляется? 7.Где применяются свойства сегнетоэлектрика в технике? 8.Каковы особенности перехода сегнетоэлектрика через точку Кюри?

Защита лабораторных работ проводится в форме собеседования по результатам выполненной работы.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Показатель оценивания	Критерий оценивания
Знания (ОПК-1)	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей процессов и явлений
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретация знаний
Умения (ОПК-1)	Умение пользоваться приборами и оборудованием
	Умение проводить физический эксперимент
	Умение обрабатывать результаты физического эксперимента
	Умение выполнять физический эксперимент в полном объеме с четкой последовательностью действий
	Умение применять законы физики для решения практических задач

Навыки (ОПК-1)	Владеть навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой
	Владение навыками приобретенных знаний при решении практических задач
	Владеть навыками обработки информации
	Владение навыками эксплуатации приборов и оборудования
	Владение навыками применения физических закономерностей в практической деятельности

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Не знает термины, определения и понятия	Имеет представление о природе основных физических явлений, о причинах их возникновения и взаимосвязи.	Хорошо представляет природу основных физических явлений, причины их возникновения и взаимосвязи.	Разбирается в современных представлениях о природе основных физических явлений, о причинах их возникновения и взаимосвязи.
Знание основных закономерностей процессов и явлений	Не знает основные законы, явления физики и их взаимосвязь	Имеет представление об основных физических законах, лежащих в основе современной техники и технологии.	Знает основные физические законы, лежащие в основе современной техники и технологии.	Знает все основные физические законы, лежащие в основе современной техники и технологии. Представляет связь физики с другими науками и роль физических закономерностей.

Объем освоенного материала	Материал освоен не полностью	Представляет связь физики с другими науками. Знает основные физические величины и некоторые физические константы, знает определение, смысл и единицы измерения физических величин	Представляет связь физики с другими науками и роль физических закономерностей хорошо знает основные физические величины и физические константы, знает их определение, смысл и единицы измерения.	Знает все основные физические величины и физические константы, уверенно дает их определение, поясняет смысл и называет единицы измерения.
Полнота ответов на вопросы	Ответы на вопросы не полные	Знаком с физическими приборами и методами измерения физических величин, имеет представление об основах теории погрешностей измерений	Знает физические приборы и методы измерения физических величин.	Полно и развернуто отвечает на все основные и дополнительные вопросы
Четкость изложения и интерпретация знаний	Четкость изложения материала отсутствует	Изложение материала не четное.	Знает основы теории погрешностей измерений	В полном объеме знает физические приборы и методы измерения физических величин, знает основы теории погрешностей измерений.

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение пользоваться приборами и оборудованием	Не умеет самостоятельно пользоваться приборами и оборудованием	Формулирует лишь некоторые основные физические законы.	Формулирует основные физические законы. Может проанализировать результаты эксперимента.	Формулирует все основные физические законы. Самостоятельно проводит и планирует физический эксперимент.
Умение проводить физический эксперимент	Не умеет проводить физический эксперимент	С трудом применяет известные физические	Успешно применяет знания о физических	Уверенно применяет знания о физических свойствах

		модели для описания явлений. Ограниченно применяет знания о физических свойствах объектов и явлений в практической деятельности.	свойствах объектов и явлений в практической деятельности.	объектов и явлений в практической деятельности.
Умение обрабатывать результаты физического эксперимента	С трудом справляется с обработкой результатов физического эксперимента	Может самостоятельно проводить некоторые физические эксперименты. Неуверенно анализирует результаты эксперимента. С дополнительной помощью проводит статистическую обработку результатов эксперимента	Уверенно использует для описания явлений известные физические модели. Может использовать законы физики для решения технических и технологических проблем умеет проводить физический эксперимент.	Самостоятельно может проанализировать результаты эксперимента и сделать выводы. Уверенно проводит статистическую обработку результатов эксперимента.

Умение выполнять физический эксперимент в полном объеме с четкой последовательностью действий	Студент выполнил работу не в полном объеме, не сумел выбрать для опыта необходимое оборудование, опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно, в отчете были допущены множественные ошибки, не выполнил анализ погрешностей, не соблюдал требования безопасности труда, допускал ошибки при ответе на дополнительные вопросы.	Студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, однако опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью, в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок (в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т.д.), не принципиального для данной работы характера, не повлиявших на результат выполнения, соблюдал требования безопасности труда, допускал незначительные ошибки при ответе на дополнительные вопросы.	Студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, однако опыты провел в условиях и режимах, не обеспечивающих получение результатов и выводов с достаточной точностью, в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы, правильно выполнил анализ погрешностей, соблюдал требования безопасности труда, допускал незначительные ошибки при ответе на дополнительные вопросы.	Студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью, в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы, правильно выполнил анализ погрешностей, соблюдал требования безопасности труда.
Умение приме-	Не умеет при-	С затруднениями	Умеет	Успешно

нять законы физики для решения практических задач	менять законы для решения физических задач	умеет использовать законы физики для решения технических и технологических проблем.	проводить статистическую обработку результатов эксперимента.	использует для описания явлений известные физические модели. Самостоятельно применяет законы физики для решения технических и технологических проблем.

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой	Не использует учебную и научную литературу для подготовки к занятиям	Не достаточно владеет навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой	Достаточно владеет навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой	Владеет навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой
Владение навыками приобретенных знаний при решении практических задач	Допущены принципиальные ошибки (перепутаны формулы, нарушена последовательность вычислений, отсутствует перевод физических величин в систему СИ и т.д.).	В основном полное выполнение работы при наличии ошибок, которые не оказывают существенного влияния на окончательный результат.	Полное наличие выполнения всего объёма работы и наличие несущественных ошибок при вычислениях и построении графиков, рисунков, не влияющих на общий результат решения.	Полное выполнение всего объёма работы, отсутствие существенных ошибок при вычислениях и построениях графиков и рисунков, грамотное и аккуратное выполнение всех заданий, наличия вывода.
Владение навыками эксплуатации приборов и оборудования	Эксплуатирует приборы и физическое оборудование с посторонней помощью	Приобрел навыки эксплуатации некоторых приборов и оборудования.	Владеет навыками эксплуатации приборов и оборудования.	Владеет навыками эксплуатации приборов и оборудования.
Владеть навыками обработки информации	С дополнительной помощью обрабатывает и не интерпретирует результаты измерений	С дополнительной помощью обрабатывает и интерпретирует результаты измерений	Сформированы навыки обработки и интерпретации результатов измерений	Сформированы устойчивые навыки обработки и интерпретации результатов измерений
Владение навыками применения физических закономерностей	Владеет навыками описания основных физических явлений, но	Владеет навыками описания основных	Хорошо владеет навыками описания основных физических яв-	Владеет навыками описания основных

в практической деятельности	допускает ошибки, слабо владеет навыками решения типовых физических задач.	физических явлений, но допускает ошибки, владеет навыками решения типовых физических задач.	лений и навыками решения типовых физических задач	физических явлений и навыками решения типовых физических задач и задач повышенной сложности.

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	1. Доска аудиторная 2. Маятник Обербека(ФМ -14) 3. Машина Атвуда (ФМ-11) 4. Соударение шаров (ФМ-17) 5. Маятник универсальный (ФМ-13) 6. Маятник Максвелла (ФМ-12) 7. Модуль Юнга и модуль сдвига (ФМ-19) 8. Генератор Г3-112 9. Генератор звуковой 10. Источник питания 11. Изучение затухающих колебаний в колебательном контуре (ФПЭ-10) 12. Изучение вынужденных колебаний в колебательном контуре (ФПЭ-11) 13. Изучение явления взаимоиндукции (ФПЭ-05) 14. Изучение электрических процессов в простых линейных цепях при действии гармонической электродвижущей силы (ФПЭ-09) 15. Определение отношения заряда электрона к его массе методом магнетрона (ФПЭ-03) 16. Изучение магнитного поля соленоида с помощью датчика Холла (ФПЭ-04) 17. Магазин емкостей (МЕ) 18. Магазин сопротивлений (МС) 19. Осциллограф С1-93 20. Осциллограф С1-94 21. Осциллограф MOS-6 22. Маятник Максвелла (ФМ-12) 23. Маятник Обербека (ФМ-14) 24. Унифилярный подвес (ФМ-15) 25. Гироскоп (ФМ-18) 26. Машина Атвуда (ФМ-11) 27. Маятник наклонный (ФМ-16) 28. Маятник универсальный (ФМ-13) 29. Модуль Юнга и модуль сдвига (ФМ-19) 30. Соударение шаров (ФМ-17) 31. Лазер ЛНГ-208Б 32. Изучение схемы колец Ньютона (ФПВ-05-2-2) 33. Измерение показателя преломления стекла интерференционным методом (ФПВ-05-2-1) 34. Определение фокусных расстояний тонкой собирательной и рассеивающих линз (ФПВ-05-1-6) 35. Получение и исследование поляризованного света (ФПВ-05-4-1) 36. Установка для изучения эффекта Холла 37. Гониометр ГС-5

		38. Головка оптическая для учебной установки 39. Генератор звуковой 40. Изучение гистерезиса ферромагнитных материалов (ФПЭ -07) 41. Определение работы выхода электронов из металла (ФПЭ-06) 42. Монохроматор 43. Осциллограф 44. Установка изучения черного тела 45. Эффект Холла 46. Внешний фотоэффект 47. Изучение спектра атома водорода 48. Изучение p-nперехода 49. Аквадистиллятор 50. Генератор Г3-112 51. Генератор Г3-118 52. Генератор звуковой 53. Мост переменного тока Е7-11 54. Осциллограф MOS-6 55. Печь микроволновая 56. Поляриметр круговой СМ-3 57. Фотометр КФК 58. Рефрактометр ИРФ 59. Рн метр Рн-150-МА 60. Изучение зависимости скорости звука от температуры (ФПТ 1-7) 61. Определение вязкости воздуха капиллярным методом (ФПТ 1-1) 62. Определение отношения теплоемкостей воздуха при постоянном давлении и постоянном объеме (ФПТ 1-6) 63. Определение энтропии при плавлении олова (ФПТ 1-11) 64. Исследование теплоемкости твердых тел (ФПТ 1-8) 65. Определение молярной газовой постоянной методом откачки (ФПТ 1-12) 66. Определение коэффициента взаимной диффузии воздуха и водяного пара (ФПТ 1-4) 67. Измерение теплоты парообразования (ФПТ 1-10) 68. Доска магнитно- маркерная двухсторонняя 69. Доска интерактивная SMART 70. Крепление проектора Unifi 71. Проектор Unifi 72. Компьютер ПЭВМ 2-х ядерный 73. Компьютер Элси-Фристайл-1
10.	**Читальный зал библиотеки** для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
	Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, доска интерактивная Hitachi, экран
9.	**Методический кабинет**	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, учебная литература, компьютер

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	СоглашениеMicrosoftOpenValueSubscriptionV6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2023г.
4	GoogleChrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	MozillaFirefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Чертов А. Г. «Задачник по физике»: [учеб.пособие] / А. Г. Чертов, А. А. Воробьев. - 8-е изд., перераб. и доп. - М. : Физматлит, 2006. - 640 с.
2. Трофимова Т. И. «Курс физики» Учебное пособие по физике для вузов, М: Высшая школа, 2006, 352 с
3. Детлаф А.А. Курс физики: учеб.пособие / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский. - 7-е изд., стер.- М.: Академия, 2008.- 720 с.- (Высшее профессиональное образование).
4. Сабылинский, А. В. Лукьянов Г.Д. Физика в задачах: учебное пособие для студентов очной формы обучения всех специальностей, Белгород: Изд-воБГТУ,2012,163с

https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2014040920424320928600008276

5. Бакалин Ю.И. [и др.] Ч.5«Физика твердого тела»: лаб. практикум, Учебное пособие, Белгород: Изд-во БГТУ, 2012, 52с
6. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела. М.: Высшая школа, 2000.
7. Гинзбург И.Ф. Введение в физику твердого тела. Сп-Б, М, Краснодар.: Лань, 2007.
8. Савельев И.В. Курс общей физики: в 3-х т.: учеб.пособие / И. В. Савельев. - 4-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2005 - Т. 3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. - 2005. - 317 с.
9. Бакалин Ю.И. [и др.] Ч.5«Физика твердого тела»: лаб. Практикум, Учебное пособие, Белгород: Изд-во БГТУ, 2012, 52с**https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040917383662879300006274**

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Электронная библиотечная система изд-ва Лань: http://e.lanbook.com
2. Электронная библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова: https://elib.bstu.ru/
3. Электронно-библиотечная система «IPRSMART» http://www.iprbookshop.ru/
4. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» http://biblioclub.ru/
5. Электронно-библиотечная система IPRBooks: http://www.iprbookshop.ru/
6. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» http://www.studentlibrary.ru/
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: http://elibrary.ru/
8. Национальная электронная библиотека: http://xn--90ax2c.xn--p1ai/
9. Электронная библиотечная система «Юрайт»: https://biblio-online.ru/
10. Электронная библиотека НИУ БелГУ: http://library-mp.bsu.edu.ru/MegaPro/Web