

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, информационных технологий и управляющих систем

к.т.н., доцент Белоусов А.В.
« 20 »  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:

Специалист

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.И. Лаптева 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 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 В.И. Павленко

Рабочая программа одобрена методической комиссией института ЭИТУС:

« 20 » мая 2021 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент А.Н. Семернин 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	<p>Знать: обозначения и размерности физических величин; основные законы, явления и понятия курса общей физики, основные понятия и законы организации живой природы и компонентов природной среды.</p> <p>Уметь: пользоваться приборами и оборудованием; проводить физический эксперимент; обрабатывать результаты физического эксперимента; применять законы физики для решения практических задач.</p> <p>Владеть: навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой, а также обрабатывать полученную информацию; применять физические закономерности в своей практической деятельности.</p>
		ОПК-1.2. Выбирает для решения задач профессиональной деятельности фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление	<p>Знать: элементы общей теории относительности, элементы механики жидкостей, законы термодинамики, статистические распределения, законы электростатики, природу магнитного поля и поведение веществ в магнитном поле, законы электромагнитной индукции, волновые процессы, геометрическую и волновую оптику, основы 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</p>

			<p>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 соединений; основные этапы качественного и количественного химического анализа, теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа - электрохимических, спектральных, хроматографических, методы разделения и концентрирования веществ; начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики, методы статистической термодинамики, методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многоком-</p>
--	--	--	--

			<p>понентных системах;</p> <p>Уметь: 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;</p> <p>Владеть: методами построения математической модели типовых профессиональных задачи содержательной интерпретации полученных результатов; методами проведения физических измерений, методами корректной оценки погрешностей 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;</p>
--	--	--	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Ст адия	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, лаборат. занятия)	91	91
Экзамен, зачет	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
4	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 фаз, атомное перемешивание, испарение. Формирование дислокационной структуры, эффект дальнего действия.	6	6		18
5	Деформационные дефекты в кристаллических материалах Точечные дефекты. Линейные деформационные дефекты. Плоскостные 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	Строение атомного ядра. Сильное взаимодействие в атомном ядре. Оболочечная модель атомного ядра.	2	2
2		Магнитные моменты ядер и ядерный магнитный резонанс.	2	2
3		Капельная модель. Энергия связи атомного ядра.	2	2
4	Ядерные реакции	Энергетический выход и порог ядерной реакции. Типы ядерных реакций. Альфа- и бета-распад ядер.	2	2
5		Закон радиоактивного распада. Гамма-излучение ядер. Эффект Мёссбауэра и его применение.	2	2
6		Ядерные цепные реакции. Физика нейтронов.	2	2
7		Термоядерный синтез и проблема нуклеосинтеза. Защита от ионизирующих излучений.	2	2
8	Физика элементарных частиц	Фундаментальные взаимодействия элементарных частиц. Диаграммы Фейнмана и квантовая теория поля.	2	2
9		Источники элементарных частиц с большой энергией. Опыты по рассеянию электронов на нуклонах. Кварковая модель адронов.	2	2
10		Сильное взаимодействие кварков. Цветовой заряд. Слабое взаимодействие элементарных частиц. Симметрии в физике элементарных частиц	2	2
11	Воздействие концентрированными потоками энергии (лазерное излучение, ионные и электронные пучки, у-кванты)	Дефектообразование и другие процессы при этих воздействиях. Имплантация.	2	2
12		Формирование неравновесных состояний в твердых растворах. Формирование недиаграммных фаз, атомное перемешивание, испарение.	2	2
13		Формирование дислокационной структуры, эффект дальнего действия.	2	2
14	Деформационные дефекты в кристаллических материалах	Точечные дефекты. Линейные деформационные дефекты. Планарные деформационные дефекты.	2	2
15		Объемные дефекты пластической деформации. Механизмы генерации точечных дефектов.	2	2
16		Генерация дислокаций. Дислокационные стенки. Механизмы аннигиляции дислокаций в процессе пластической деформации кристалла.	2	2
17		Рекомбинация деформационных дефектов. Диффузионные процессы и аннигиляция точечных дефектов.	2	2
		ИТОГО:	34	34

4.3 Содержание 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	-В2-9 Дифракция электронов на кристаллической решетке или В2-13. Дифракция электронов	6	16
2	Ядерные реакции	-В2-10. Внешний фотоэффект или 5-1 Определение типа и периода кристаллической решётки вещества методом дифракции электронов	6	16
3	Физика элементарных частиц	В2-11. Эффект Комптона или 5-10 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)	В2-12. Прохождение электромагнитного излучения через вещество или 5-5 (Н)Изучение явления гистерезиса ферромагнитных материалов	6	16
5		Спектр излучения атомарного водорода	4	11
6	Атомное ядро и его свойства	Ядра атомов	6	16
ВСЕГО:			34	91

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Оформление расчетно-графического задания. РГЗ предоставляется преподавателю для проверки на бумажных листах в формате А4 или в тетради.

При выполнении РГЗ студенту необходимо руководствоваться следующими правилами:

1. Титульный лист или обложку тетради необходимо подписать по следующему образцу:

Студент БГТУ им. В.Г. Шухова
Андреев И.П., группа ХТС - 211

РГЗ № 1

2. РГЗ выполняются чернилами. Каждая задача должна начинаться с новой страницы. Условия задач переписываются без сокращений.

3. Решения должны сопровождаться пояснениями, раскрывающими физический смысл применяемых формул или законов.

4. Необходимо решить задачу в общем виде, т.е. выразить искомую величину через буквенные обозначения величин, заданных в условии задачи.

5. Подставить в окончательную формулу все величины, выраженные в системе СИ. Произвести вычисления и записать ответ.

Срок сдачи РГЗ определяется преподавателем.

Типовые варианты заданий

РГЗ № 1

1. Укажите, сколько нуклонов, протонов, нейтронов содержат следующие ядра:
1) ${}^3_2\text{He}$; 2) ${}^{10}_5\text{B}$; 3) ${}^{23}_{11}\text{Na}$; 4) ${}^{54}_{26}\text{Fe}$; 5) ${}^{104}_{47}\text{Ag}$; 6) ${}^{238}_{92}\text{U}$.
2. Покоившееся ядро радона ${}^{220}_{86}\text{Rn}$ выбросило α -частицу со скоростью $v=16$ Мм/с. В какое ядро превратилось ядро радона? Какую скорость v_1 получило оно в результате отдачи?

3. Какая часть начального количества атомов распадется за один год в радиоактивном изотопе тория ^{228}Th ?
4. 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.
5. Активность A препарата уменьшилась в $k=250$ раз. Скольким периодам полураспада $T_{1/2}$ равен протекший промежуток времени t ?
6. 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?
7. Какую наименьшую энергию E нужно затратить, чтобы разделить на отдельные нуклоны ядра ^7_3Li и ^7_4Be ? Почему для ядра бериллия эта энергия меньше, чем для ядра лития?
8. Какую наименьшую энергию связи E нужно затратить, чтобы разделить ядро ^4_2He на две одинаковые части?
9. Ядро атома азота $^{13}_7\text{N}$ 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.
10. Определить энергию Q ядерных реакций:
 - 1) $^9_4\text{Be} + ^2_1\text{H} \rightarrow ^{10}_5\text{B} + ^1_0\text{n}$;
 - 2) $^6_3\text{Li} + ^2_1\text{H} \rightarrow ^4_2\text{He} + ^4_2\text{He}$

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	Защита лабораторных работ
ОПК-1.2. Выбирает для решения задач профессиональной деятельности фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление	Экзамен, 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	Строение атомного ядра.
2		Сильное взаимодействие в атомном ядре.
3		Оболочечная модель атомного ядра.
4		Магнитные моменты ядер и ядерный магнитный резонанс.
5		Капельная модель.
6		Энергия связи атомного ядра.

7	Ядерные реакции	Энергетический выход и порог ядерной реакции.
8		Типы ядерных реакций.
9		Альфа- и бета-распад ядер.
10		Закон радиоактивного распада. Гамма-излучение ядер. Эффект Мёссбауэра и его применение.
11		Ядерные цепные реакции. Физика нейтронов.
12		Термоядерный синтез и проблема нуклеосинтеза. Защита от ионизирующих излучений.
13	Физика элементарных частиц	Фундаментальные взаимодействия элементарных частиц.
14		Диаграммы Фейнмана и квантовая теория поля.
15		Источники элементарных частиц с большой энергией.
16		Опыты по рассеянию электронов на нуклонах.
17		Кварковая модель адронов.
18		Сильное взаимодействие кварков.
19		Цветовой заряд.
20		Слабое взаимодействие элементарных частиц.
21		Симметрии в физике элементарных частиц
22	Воздействие концентрированными потоками энергии (лазерное излучение, ионные и электронные пучки, у-кванты)	Дефектообразование и другие процессы при этих воздействиях.
23		Имплантиция.
24		Формирование неравновесных состояний в твердых растворах.
25		Формирование в недиаграммных фазах, атомное перемешивание, испарение.
26		Формирование дислокационной структуры, эффект дальнего действия.
27	Деформационные дефекты в кристаллических материалах	Точечные дефекты.
28		Линейные деформационные дефекты.
29		Планарные деформационные дефекты.
30		Объемные дефекты пластической деформации.
31		Механизмы генерации точечных дефектов.
32		Генерация дислокаций.
33		Дислокационные стенки.
34		Механизмы аннигиляции дислокаций в процессе пластической деформации кристалла.
35		Рекомбинация деформационных дефектов.
36		Диффузионные процессы и аннигиляция точечных дефектов.

Типовой вариант экзаменационного билета

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

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

(БГТУ им. В.Г. Шухова)

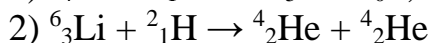
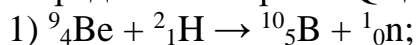
Кафедра физики

Дисциплина Физика

Направление 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Атомные ядра и их описание.
2. Эффект Мёссбауэра.
3. Определить энергию Q ядерных реакций:



Утверждено на заседании кафедры _____, протокол № _____

Заведующий кафедрой _____ / А.В. Корнилов

**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

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Показатель оценивания	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей процессов и явлений
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретация знаний
Умения	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	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			
	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Знание терминов, определенных, 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 четкое.	Знает основы теории погрешностей измерений	В полном объеме знает физические приборы и методы измерения физических ве-

				личин, 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 модели для описания явлений. Ограниченно применяет знания о физических свойствах объектов и явлений в практической деятельности.	Успешно применяет знания о физических свойствах объектов и явлений в практической деятельности.	Уверенно применяет знания о физических свойствах 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. Не уверенно 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, наблюдений	Студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, выбрал и подготовил для опыта все необ-	Студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, самостоятельно и рационально выбрал	Студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, самостоятельно

	<p>дения производились неправильно, в отчете были допущены множественные ошибки, не выполнил анализ погрешностей, не соблюдал требования безопасности труда, допускал ошибки при ответе на дополнительные вопросы.</p>	<p>ходимое 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.</p>	<p>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.</p>	<p>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.</p>
<p>Умение применять законы физики для решения практических задач</p>	<p>Не умеет применять законы для решения физических задач</p>	<p>С затруднениями умеет использовать законы физики для решения технических и технологических проблем.</p>	<p>Умеет проводить статистическую обработку результатов эксперимента.</p>	<p>Успешно использует для описания явлений известные физические модели. Самостоятельно применяет законы физики для решения технических и технологических проблем.</p>

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть навыками самостоя-	Не использует учебную и научную	Не достаточно владеет навыка-	Достаточно владеет навыками	Владеет навыками самостоя-

тельной работы с учебной и научной литературой	литературу для подготовки к занятиям	ми самостоятельной работы с учебной и научной литературой	самостоятельной работы с учебной и научной литературой	тельной работы с учебной и научной литературой
Владение навыками приобретенных знаний при решении практических задач	Допущены принципиальные ошибки (перепутаны формулы, нарушение 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 объема работы и наличие несущественных ошибок при вычислениях и построении графиков, рисунков, не влияющих на общий результат решения.	Полное выполнение всего объема 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 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 в практической деятельности	Владеет навыками описания основных физических явлений, но допускает ошибки, слабо владеет навыками решения типовых физических задач.	Владеет навыками описания основных физических явлений, но допускает ошибки, владеет навыками решения типовых физических задач.	Хорошо владеет навыками описания основных физических явлений и навыками решения типовых физических задач	Владеет навыками описания основных физических явлений и навыками решения типовых физических задач и задач повышенной сложности.

6. 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.	M415	1. Доска аудиторная – 1 шт. 2. Доска интерактивная Hitachi – 1 шт.

		3. Крепление настенное для проектора – 1 шт. 4. Проектор Hitachi – 1 шт.
2.	М411 – лаборатория оптики	1. Доска аудиторная -1 шт. 2. Лазер ЛНГ-208Б – 1 шт. 3. Изучение схемы колец Ньютона (ФПВ-05-2-2) – 1 шт. 4. Измерение показателя преломления стекла интерференционным методом (ФПВ-05-2-1) – 1 шт. 5. Определение фокусных расстояний тонкой собирающей и рассеивающих линз (ФПВ-05-1-6) – 1 шт. 6. Получение и исследование поляризованного света (ФПВ-05-4-1) – 1 шт. 7. Установка для изучения эффекта Холла – 1 шт. 8. Гониометр ГС-5 – 1 шт. 9. Головка оптическая для учебной установки – 1 шт.
3.	М412 – лаборатория физики твёрдого тела	1. Доска аудиторная – 1 шт. 2. Генератор звуковой – 1 шт. 3. Изучение гистерезиса ферромагнитных материалов (ФПЭ -07) – 1 шт. 4. Определение работы выхода электронов из металла (ФПЭ-06) – 1 шт. 5. Монохроматор – 1 шт. 6. Осциллограф – 2 шт. 7. Установка изучения черного тела – 1 шт. 8. Эффект Холла – 1 шт. 9. Внешний фотоэффект – 1 шт. 10. Изучение спектра атома водорода – 1 шт. 11. Изучение р-пперехода – 1 шт.
4.	М 414 – лаборатория электрофизических методов	1. Аквадистиллятор – 1 шт. 2. Генератор ГЗ-112 – 1 шт. 3. Генератор ГЗ-118 – 1 шт. 4. Генератор звуковой – 1 шт. 5. Мост переменного тока Е7-11 – 2 шт. 6. Осциллограф MOS-6 – 1 шт. 7. Печь микроволновая – 1 шт. 8. Поляриметр круговой СМ-3 – 1 шт. 9. Фотометр КФК – 1 шт. 10. Рефрактометр ИРФ – 1 шт. 11. Рн метр Рн-150-МА – 1 шт.
5.	М 422 – учебный компьютерный класс.	1. Доска магнитно- маркерная двухсторонняя – 1 шт. 2. Доска интерактивная SMART – 1 шт. 3. Крепление проектора Unifi – 1 шт. 4. Проектор Unifi – 1 шт. 5. Коммутатор 16 портов – 1 шт. 6. Компьютер ПЭВМ 2-х ядерный – 9 шт. 7. Компьютер Элси-Фристайл-1 – 3 шт.

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
1	«Виртуальный практикум по физике для вузов» Ч.1; «Виртуальный практикум по физике для вузов» Ч.2	ООО «Физикон». Срок действия - без ограничений. Утверждение на заседании кафедры физики № 1 от 31.08.16г.

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. Бакалин Ю.И. [и др.] Ч.5«Физика твердого тела»: лаб. практикум, Учебное пособие, Белгород: Изд-во БГТУ, 2012, 52с
3. Трофимова Т. И. «Курс физики» Учебное пособие по физике для вузов, М: Высшая школа, 2006, 352 с
4. Савельев И.В. Курс общей физики : в 3-х т. : учеб.пособие / И. В. Савельев. - 4-е изд., стереотип. - СПб.: Лань, 2005 - Т.2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. - 2005. - 496 с. Ашкрофт Н, Мермин Н. Физика твердого тела. М.: Мир, 1979.
5. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела М.: Наука, 1978.\
6. Брандт, Н. Б. Квазичастицы в физике конденсированного состояния / Н. Б. Брандт, В. А. Кульбачинский. - М. : Физматлит, 2005. - 631 с. 3 экз
7. Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. М.: Наука, 1990.
8. Уэрт Ч., Томсон Р. Физика твердого тела. М: Мир,1974
9. Займан Дж. Принципы теории твердого тела. М.: Мир, 1974.
10. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела. М.: Высшая школа, 2000.
11. Вонсовский С.В. Магнетизм. М.: Наука, 1971
12. Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. М.: Наука, 1979.
13. Гинзбург И.Ф. Введение в физику твердого тела. Сп-Б, М, Краснодар.: Лань, 2007.
14. 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.
15. 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).
16. Гладких Ю.П. [и др.] Ч.4 «Физика. Оптика», лаб. Практикум, Учебное пособие, Белгород: Изд-во БГТУ, 2012, 74с.<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040917383863389100009413>
17. 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. Лабораторный практикум: <http://fizik.bstu.ru>
2. Интерактивные модели по физике: <http://www.askskb.net/index.html>
3. Образовательные ресурсы - решение задач по физике: <http://za-partoj.ru/edu/phys2.htm>
4. Образовательные ресурсы: учебники, справочники, учебные пособия по физике: <http://za-partoj.ru/edu/phys9.htm>
5. Лекции по физике: <http://www.repet.info/materials/ogurcov-lekcii-po-fizike>
6. Виртуальный лабораторный практикум по физике: http://f.bstu.ru/training_facilities