

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета В.А.Небольсин  
«31» августа 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
дисциплины  
«Спецглавы физики»

Направление подготовки 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль Компоненты микро- и наносистемной техники

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2018

Автор программы \_\_\_\_\_ /Шведов Е.В./  
\_\_\_\_\_ /Татьянина Е.П./

Заведующий кафедрой  
Физики \_\_\_\_\_ /Тураева Т.Л./

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_ /Стогней О.В./

Воронеж 2021

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1. Цель изучения дисциплины** – обеспечение фундаментальной физической подготовки, позволяющей будущим специалистам ориентироваться в научно-технической информации, использовать физические принципы и законы, а также результаты физических открытий в тех областях техники, в которых они будут работать.

Изучение дисциплины должно способствовать формированию у студентов основ научного мышления, в том числе: пониманию границ применимости физических понятий и теорий; умению оценивать степень достоверности результатов теоретических и экспериментальных исследований; умению планировать физический и технический эксперимент и обрабатывать его результаты с использованием современных методов.

**1.2. Задачи освоения дисциплины** – изучение законов окружающего мира в их взаимосвязи; освоение основных физических теорий, позволяющих описать явления в природе, и пределов применимости этих теорий для решения современных и перспективных профессиональных задач; ознакомление студентов с историей и логикой развития физики и основных ее открытий; изучение назначения и принципов действия основных физических приборов, приобретение навыков работы с измерительными приборами и инструментами и постановки физических экспериментов; приобретение навыков моделирования физических процессов и явлений.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Спецглавы физики» относится к дисциплинам базовой части блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Спецглавы физики» направлен на формирование следующих компетенций:

**ОПК -1** - Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	<b>знать</b> основные законы квантовой оптики и квантовой механики; элементы атомной физики, физики ядра и элементарных частиц, современную физическую картину мира, основные элементы экспериментальных физических исследований
	<b>уметь</b> анализировать и описывать физические явления и процессы; применять физические законы для решения практических задач, проводить экспериментальные исследования и обрабатывать полученные результаты; уметь использовать вычислительную технику при обработке результатов
	<b>владеть</b> основными методами решения физических задач основными приемами обработки и представления полученных данных

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Спецглавы физики» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

##### Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		3
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	72	72
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные занятия (ЛР)	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	72	72
Контроль	36	36
Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен)	экзамен	экзамен
<b>Общая трудоемкость</b>	180	180
час	5	5
зач.ед.		

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

##### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

##### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	ЛК	ПЗ	ЛР	СРС	Все го час
<b>3 семестр</b>							
1	<b>Квантовая физика и физика атома</b>	<u>Тепловое излучение</u> Излучение нагретых тел. Спектральные характеристики теплового излучения. Абсолютно черное тело. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана и Вина. Формула Релея-Джинса и «ультрафиолетовая катастрофа». Гипотеза Планка. Квантовое объяснение законов теплового излучения. <i>Самостоятельно:</i> Оптическая пирометрия.	2	1	2	4	9
		Фотоны. Масса и импульс фотона. Давление света. Внешний фотоэффект. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Эффект Комптона. Корпускулярно-волновой дуализм света. <i>Самостоятельно:</i> Опыт Боте.	2	2	2	4	10
		<u>Волновые свойства частиц</u> Гипотеза де Бройля. опыты Девиссона и Джермера. Дифракция микрочастиц. Принцип неопределенности Гейзенберга. Оценка основного состояния атома водорода.	2	1		4	7
		<u>Элементы квантовой механики</u> Уравнение Шредингера. Волновая функция, ее статистический смысл и условия, которым она должна удовлетворять. Движение свободной частицы. Частица в одномерной потенциаль-	4	2	2	4	12

		ной яме. Квантование энергии. Принцип соответствия Бора. Одномерный потенциальный порог и барьер. Гармонический осциллятор.						
		<u>Боровская теория атома водорода</u> Модель атома Томсона. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Ядерная модель атома. Боровская теория атома водорода. Постулаты Бора. Эмпирические закономерности в атомных спектрах. Формула Бальмера. <i>Самостоятельно</i> : Опыт Франка-Герца.	2	2	2	4	10	
		<u>Кв.-механическая модель атома водорода</u> Стационарное уравнение Шредингера для атома водорода. Волновые функции и квантовые числа электрона в атоме водорода. Вырождение энергетических уровней. Правила отбора для квантовых переходов. Схема энергетических уровней. Спектр атома водорода. Магнитный момент атома. Атом в магнитном поле. Опыт Штерна и Герлаха. Спин электрона. Тонкая структура спектральных линий. Спин-орбитальное взаимодействие. <i>Самостоятельно</i> : Эффект Зеемана.	2	2	2	6	12	
		<u>Многоэлектронные атомы</u> Принцип Паули. Порядок заполнения электронных оболочек. Периодическая система химических элементов Д.И.Менделеева. Векторная модель многоэлектронного атома. Типы связей. Рентгеновские лучи. Сплошной спектр и характеристическое излучение. Закон Мозли. <i>Самостоятельно</i> : Эффект Оже.	2	2		4	8	
		<u>Лазеры</u> Спонтанное и индуцированное излучение. Инверсное заселение уровней активной среды. Основные компоненты лазера. Условия усиления и генерации света. Особенности лазерного излучения. Основные типы лазеров и их применение. <i>Самостоятельно</i> : Нелинейно-оптические явления.	2			4	6	
2	<b>Элементы квантовой статистики и физики твердого тела</b>	<u>Квантовые статистики</u> Общие сведения о квантовых статистиках. Фазовое пространство. Число состояний. Вырожденные и невырожденные системы частиц. Функции распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна.	2			4	6	
		Нормальные колебания решетки. Понятия о фононах. Температура Дебая. Теплоемкость электронного газа. Понятие о квантовой теории электропроводности металлов	2			4	6	
		<u>Элементы зонной теории кристаллов</u> Энергетические зоны в кристаллах. Зонные модели металлов, диэлектриков и полупроводников. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Зависимости концентрации, со-	2	2	2	6	12	

		противления полупроводников от температуры. <i>Самостоятельно:</i> Термосопротивления. Фотопроводимость полупроводников. Эффект Холла.					
		Контактные явления в полупроводниках. <i>p-n</i> переход и его выпрямляющие свойства. <i>Самостоятельно:</i> Полупроводниковые диоды и триоды.	2		2	4	8
3	Элементы физики атомного ядра и элементарных частиц	<u>Состав и характеристики ядра</u> Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Ядерная модель атома. Состав и характеристики атомного ядра. Свойства и обменный характер ядерных сил. Энергия связи. Дефект масс. Капельная, оболочечная и обобщенная модель ядра.	2	2		4	8
		<u>Радиоактивность</u> Естественная и искусственная радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Активность. Виды радиоактивного излучения: $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ - излучения. Поглощение радиоактивного излучения веществом. <i>Самостоятельно:</i> методы регистрации радиоактивного излучения, радиоизотопный анализ, понятия о дозиметрии и защите.	2		4	4	10
		<u>Ядерные реакции</u> Законы сохранения в ядерных реакциях. Деление ядер. Синтез ядер. <i>Самостоятельно:</i> устройство и принцип работы ядерного реактора, применение радиоизотопных источников энергии	2	2		4	8
		Общие свойства и характеристики элементарных частиц. Фундаментальные взаимодействия. Классификация элементарных частиц. Кварковая структура адронов.	2			4	6
		Физическая картина мира. Основные достижения и проблемы субъядерной физики. Современные космологические представления. Достижения наблюдательной астрономии. Теоретические космологические модели. <i>Самостоятельно:</i> Антропный принцип. Революционные изменения в технике и технологиях как следствие научных достижений в области физики. Физическая картина мира как философская категория.	2			4	6
		<b>Контроль</b>					
<b>Всего</b>			<b>36</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>108</b>	<b>180</b>

## 5.2 ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

- №3.1 «Определение температуры оптическим пирометром»  
 №3.2 «Исследование внешнего фотоэффекта»  
 №3.3 «Исследование фотоэлемента»  
 №3.4 «Изучение спектра атома водорода»  
 №3.5 «Опыт Франка и Герца»  
 №4.5 «Дифракция микрочастиц на щели»  
 №4.6 «Прохождение микрочастиц через потенциальный барьер»  
 №3.4 «Изучение спектра атома водорода»  
 №3.5 «Опыт Франка и Герца»  
 №3.16 «Исследование поглощения  $\beta$ - частиц в различных материалах»  
 №3.17 «Определение длины пробега  $\alpha$ - частиц в воздухе»  
 №3.18 «Определение интенсивности потока частиц радиоактивного излучения»

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Не предусмотрено учебным планом

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе: «аттестован»; «не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-1	знать основные законы квантовой оптики и квантовой механики; элементы атомной физики, физики ядра и элементарных частиц, современную физическую картину мира, основные элементы экспериментальных физических исследований	Тест  Проверочная работа	Выполнение теста на 40-100%  Ответ на 3-5 заданий варианта из 5	В тесте менее 40% правильных ответов  Решено менее 3 заданий из 5
	уметь анализировать и описывать физические явления и процессы; применять физические законы для решения практических задач, проводить экспериментальные исследования и обрабатывать полученные результаты; уметь использовать вычислительную технику при обработке результатов	Тест  Проверочная работа	Выполнение теста на 40-100%  Ответ на 3-5 заданий варианта из 5	В тесте менее 40% правильных ответов  Решено менее 3 заданий из 5
	владеть основными методами решения физических задач основными приемами обработки и представления полученных данных	Тест  Проверочная работа	Выполнение теста на 40-100%  Ответ на 3-5 заданий варианта из 5	В тесте менее 40% правильных ответов  Решено менее 3 заданий из 5

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно».

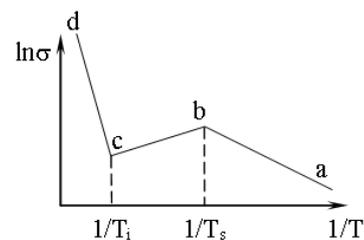
Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-1	знать основные законы квантовой оптики и квантовой механики; элементы атомной физики, физики ядра и элементарных частиц, современную физическую картину мира, основные элементы экспериментальных физических исследований	Тест 12 заданий	10-12	7-9	4-6	Менее 4
	уметь анализировать и описывать физические явления и процессы; применять физические законы для решения практических задач, проводить экспериментальные исследования и обрабатывать полученные результаты; уметь использовать вычислительную технику при обработке результатов	Тест 12 заданий	10-12	7-9	4-6	Менее 4
	владеть основными методами решения физических задач основными приемами обработки и представления полученных данных	Тест 12 заданий	10-12	7-9	4-6	Менее 4

## 7.2. Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1. Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Зависимость логарифма электропроводности примесного полупроводника n-типа от обратной температуры приведена на рисунке. По тангенсу угла наклона участка cd можно определить

- 1) ширину запрещенной зоны;
- 2) энергию активации акцепторной примеси;
- 3) энергию активации донорной примеси;
- 4) энергию ионизации электронов.



2. В чем заключается гипотеза де-Бройля?

3. Как надо понимать соотношение неопределенностей Гейзенберга?

4. Вследствие радиоактивного распада изотоп урана  ${}_{92}^{238}\text{U}$  превращается в свинец  ${}_{82}^{206}\text{Pb}$ . Сколько  $\alpha$ - и  $\beta$ -распадов он при этом испытывает?

5. В результате электронного  $\beta$ -распада ядра атома элемента с зарядовым числом  $Z$  получается ядро атома элемента с зарядовым числом
6. Изменится ли масса системы из одного свободного протона и одного свободного нейтрона после соединения их в атомное ядро?
7. В чем заключается противоречие между ядерной моделью атома Резерфорда и законами классической физики.
8. Почему летящий протон оставляет в камере Вильсона видимый след, летящий нейтрон не оставляет?
9. При переходе от температуры  $T_1$  к температуре  $T_2$  площадь под кривой зависимости  $r_{\lambda,T} = f(\lambda)$  увеличилась в 16 раз. При этом длина волны, на которую приходится максимум испускательной способности
- 1) увеличилась в 4 раза                      2) увеличилась в 2 раза  
3) уменьшилась в 2 раза                      4) уменьшилась в 4 раза
10. В опыте Дэвиссона и Джермера исследовалась дифракция электронов, прошедших ускоряющее напряжение, на монокристалле никеля. Если ускоряющее напряжение уменьшить в 2 раза, то длина волны де Бройля электрона
- 1) уменьшится в 2 раза                      2) увеличится в 2 раза  
3) уменьшится в  $\sqrt{2}$  раза                      4) увеличится в  $\sqrt{2}$  раза
11. Изменение орбитального магнитного момента электрона в атоме водорода при переходе из состояния  $2p$  в состояние  $1s$  равно
- 1)  $\mu_B \sqrt{2}$                       2)  $\mu_B \sqrt{4}$                       3)  $\mu_B \sqrt{6}$                       4) 0
12. Какой изотоп образуется из  ${}_{92}^{238}\text{U}$  после  $\alpha$ -распада и  $\beta$ -распада?
13. К классу адронов не принадлежит
- 1) протон                      2) электрон                      3) нейтрино                      4) таон
14. Мощность  $P$  шара радиусом  $R=10$  см при некоторой постоянной температуре  $T$  равна  $1 \text{ кВт}$ . Чему равна температура шара, если считать его серым телом с коэффициентом теплового излучения  $\alpha = 0,25$ ?
15. Если работа по полному торможению фотоэлектронов электрическим полем равна работе выхода  $A$ , то частота квантов, вызывающих фотоэффект
- 1)  $A/2h$                       2)  $2A/h$                       3)  $Ah/2$                       4)  $2Ah$
16. Если частицы имеют одинаковую длину волны де Бройля, то наименьшей скоростью обладает
- 1) позитрон                      2) протон                      3)  $\alpha$ -частицы                      4) нейтрон
17. Атом водорода обладает наименьшим орбитальным моментом импульса в квантовом состоянии
- 1)  $n=3, \ell=1$                       2)  $n=3, \ell=2$   
3)  $n=2, \ell=1$                       4)  $n=3, \ell=0$
18. Ядро  ${}^7_4\text{Be}$  захватило электрон из  $K$ -оболочки атома. В результате  $K$ -захвата образовалось ядро
- 1)  ${}^7_3\text{Li}$                       2)  ${}^9_4\text{Be}$                       3)  ${}^6_3\text{Li}$                       4)  ${}^8_4\text{Be}$
19. Переносчики электромагнитного взаимодействия:
- 1) фотоны                      2) промежуточные бозоны  
3) глюоны                      4)  $\pi$ -мезоны
20. На какую длину волны приходится максимум испускательной способности абсолютно черного тела при излучении мощностью  $N=10 \text{ кВт}$  с поверхности  $S=5 \text{ см}^2$ ?





- 1) энергия микрочастицы в яме квантована
- 2) у стенок ямы волна де Бройля микрочастицы образует узлы
- 3) вероятность обнаружения частицы везде одинакова
- 4) волновая функция микрочастицы на стенках ямы равна нулю

52. Спиновое гиромагнитное отношение равно

- 1)  $e/(2m_e)$
- 2)  $e/m_e$
- 3)  $h/(m_e c)$
- 4) 1

53. После трех  $\alpha$ -распадов и двух  $\beta$ -распадов из урана  ${}^{238}_{92}\text{U}$  образуется изотоп

- 1)  ${}^{222}_{86}\text{Rn}$
- 2)  ${}^{226}_{88}\text{Rn}$
- 3)  ${}^{216}_{84}\text{Po}$
- 4)  ${}^{214}_{83}\text{Po}$

54. Головная линия серии Пашена в атоме водорода образуется при переходе

- 1)  $5s \rightarrow 2p$
- 2)  $5p \rightarrow 3d$
- 3)  $3s \rightarrow 2p$
- 4)  $4p \rightarrow 3d$

55.  $\beta^-$ -распад протекает по схеме:

- 1)  $n \rightarrow p + e + \bar{\nu}$
- 2)  $p + e \rightarrow n + \nu$
- 3)  $p \rightarrow n + e + \nu$
- 4)  $\mu^- \rightarrow e + \bar{\nu}_e + \nu_\mu$

56. Первому возбужденному состоянию электрона в потенциальном ящике с бесконечно высокими стенками соответствует картина вероятности нахождения, представленная рисунком



57. Какая часть атомов радиоактивного вещества распадается за время, равное трем периодам полураспада?

### 7.2.2. Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. В видимой серии спектра водорода (серии Бальмера) определить максимальную и минимальную энергии фотонов.
2. За время  $t=8$  суток распалось  $3/4$  начального количества ядер радиоактивного изотопа. Чему равен период полураспада данного изотопа?
3. Активность  $A$  некоторого изотопа за 10 суток уменьшилась на 20%. Определить период полураспада этого изотопа.
4. Определить скорость электронов, бомбардирующих антикатод рентгеновской трубки, если коротковолновая граница сплошного рентгеновского спектра равна 1 нм.
5. Электрон, ускоренный электрическим полем, приобрел скорость, при которой его масса стала равна удвоенной массе покоя. Чему равна разность потенциалов, пройденная электроном?
6. Найти длину волны де Бройля ( $\lambda_B$ ) для  $\alpha$ -частицы, имеющей скорость  $10^3$  м/с.
7. Проекция скорости электрона на некоторое направление может быть найдена с неопределенностью  $\Delta v = 10$  м/с. Найдите неопределенность соответствующей координаты электрона.
8. Радиоактивный изотоп радия  ${}^{225}_{88}\text{Ra}$  претерпевает четыре  $\alpha$ -распада и два  $\beta^-$ -распада. Определить зарядовое и массовое число конечного ядра.
9. Найти число протонов и нейтронов, входящих в состав ядер трех изотопов магния: а)  ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ ; б)  ${}^{25}_{12}\text{Mg}$ ; в)  ${}^{26}_{12}\text{Mg}$ .
10. Электрон в атоме находится в  $f$ -состоянии. Найти орбитальный момент импульса электрона  $L$  и максимальное значение проекции момента импульса на направление внешнего магнитного поля.
11. Электрон выбит из атома водорода, находящегося в основном состоянии, фотоном с энергией  $\epsilon=17,7$  эВ. Определите скорость электрона за пределами атома.

12. Используя соотношение неопределенностей, оценить низший энергетический уровень электрона в атоме водорода. Принять линейные размеры атома  $d \approx 0,1$  нм.
13. Вычислите радиус первой боровской орбиты атома водорода.
14. 9.2.14. Определить дефект массы  $\Delta m$  и энергию связи  $E_{св}$  ядра атома фтора  ${}^{19}_9\text{F}$ .

Масса нейтрального атома фтора  $m_F = 18,9984$  а.е.м.

15. На дифракционную решетку нормально падает пучок света от разрядной трубки, наполненной атомарным водородом. Постоянная решетки равна 5 мкм. Какому переходу электрона соответствует спектральная линия, наблюдаемая при помощи этой решетки в спектре пятого порядка под углом  $41^\circ$ ?

16. Определить частоту вращения электрона, находящегося на первой боровской орбите и эквивалентный ток.

17. При увеличении напряжения на рентгеновской трубке в  $n = 1,5$  раза длина волны коротковолновой границы сплошного рентгеновского спектра изменилась на  $\Delta\lambda = 26$  пм. Найти первоначальное напряжение на трубке.

18. Энергия активации собственной проводимости полупроводникового материала 1 эВ. Найти относительное изменение концентрации основных носителей заряда ( $\Delta n/n$ ) при изменении температуры окружающей среды от 27 до  $30^\circ\text{C}$ .

### 7.2.3. Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Электрон находится в одномерном потенциальном ящике шириной 1 нм в основном состоянии. Определите вероятность обнаружить электрон в крайней четверти ящика.

2. Покоившийся ион  $\text{He}^+$  испустил фотон, соответствующий головной линии серии Лаймана. Этот фотон вырвал фотоэлектрон из покоящегося атома водорода, который находился в основном состоянии. Найти скорость фотоэлектрона.

3. Частица находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной  $l$  с бесконечно высокими стенками. Найти вероятность пребывания частицы, находящейся в возбужденном состоянии с главным квантовым числом  $n = 3$ , в области  $l/4 < x < 3l/4$ .

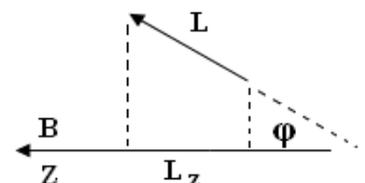
4. Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой  $E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{эВ}$ , где  $n = 1, 2, 3, 4, \dots$ . При переходе атома из состояния  $E_2$  в состояние  $E_1$  атом испускает фотон. Попадая на поверхность фотокатода, этот фотон выбивает фотоэлектрон. Частота света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода,  $\nu_{кр} = 6 \cdot 10^{14} \text{Гц}$ . Чему равен максимально возможный импульс фотоэлектрона?

5. Мировое потребление энергии человечеством составляет примерно  $4 \cdot 10^{20}$  Дж в год. Если будет возможно освобождение собственной энергии вещества, сколько килограмм вещества потребуется расходовать человечеству в сутки для удовлетворения современных потребностей в энергии?

6. Частица в одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной  $L$  с бесконечно высокими «стенками» находится в возбужденном состоянии ( $n = 2$ ). Определить вероятность обнаружения частицы в области  $3/8 L \leq x \leq 5/8 L$ .

7. Какую долю кинетической энергии теряет нейтрон при упругом столкновении с покоящимся ядром углерода, если после столкновения частицы движутся вдоль одной прямой. Масса атома углерода принять равной  $19,9271 \cdot 10^{-27}$  кг.

8. На рисунке изображено положение вектора орбитального момента ( $L$ ) электрона относительно вектора магнитной индукции ( $B$ ) внешнего магнитного поля. Определить угол ( $\phi$ )



между векторами  $L$  и  $V$ , если у этого электрона орбитальное квантовое число  $l=2$ , а магнитное квантовое число  $m=1$ .

9. Атомарный водород облучается ультрафиолетовым светом с длиной волны  $0,1$  мкм. Определить длины волн, излучаемые водородом.

### 7.2.5. Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Зачет не предусмотрен учебным планом.

### 7.2.5. Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Тепловое излучение. Основные характеристики теплового излучения.
2. Закон Кирхгофа. Спектр и законы излучения абсолютно черного тела.
3. Квантовая гипотеза. Формула Планка. Оптические пирометры
4. Фотоны. Масса и импульс фотона. Давление света.
5. Внешний фотоэффект. Законы Столетова. Уравнение Эйнштейна.
6. Эффект Комптона.
7. Волновые свойства частиц. Гипотеза де Бройля. Плоская волна де Бройля. Экспериментальные подтверждения волновых свойств частиц.
8. Соотношения неопределенностей Гейзенберга.
9. Волновая функция и ее статистическое толкование.
10. Уравнение Шредингера. Собственные значения энергии. Собственные функции.
11. Движение свободной частицы.
12. Частица в одномерной потенциальной яме. Квантование энергии. Принцип соответствия Бора.
13. Гармонический осциллятор.
14. Прохождение частицы через одномерный потенциальный барьер, туннельный эффект.
15. Квантово-механическая модель атома водорода. Квантовые числа электрона в атоме водорода. Схема энергетических уровней атома водорода. Правила отбора.
16. Рентгеновские лучи. Сплошной спектр и характеристическое излучение. Закон Мозли.
17. Квантовые статистики Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна.
18. Основы зонной теории твердых тел.
19. Собственная и примесная проводимость полупроводников.
20. Нормальные колебания решетки. Тепловые свойства кристаллов.
21. Состав и характеристики атомного ядра. Ядерные силы. Дефект масс. Энергия связи. Удельная энергия связи.
22. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада.
23. Виды и законы радиоактивных процессов.
24. Ядерные реакции. Законы сохранения в ядерных реакциях. Деление ядер. Синтез ядер.

### 7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 12 заданий, как базового уровня сложности, так и повышенного. Время выполнения 60 минут. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 4 баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 4 до 6 баллов
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 7 до 9 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 10 до 12 баллов.

### 7.2.7. Паспорт оценочных материалов

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее	Наименование оценочного средства
---	--	--	----------------------------------

п/п		части)	
6.	Квантовая оптика	ОПК-1	Тест Контрольные задания для защиты лабораторных работ Устный опрос
7.	Квантовая механика	ОПК-1	Тест Контрольные задания для защиты лабораторных работ Устный опрос <b>Контрольная работа</b>
8.	Физика атома и атомного ядра	ОПК-1	Контрольные задания для защиты лабораторных работ Устный опрос <b>Контрольная работа</b>

### 7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование (по теме или итоговое) осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования (в семестре), либо с использованием тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 60 минут. Затем осуществляется проверка теста (автоматически программой) или экзаменатором и выставляется оценка согласно критериям. Тесты содержат задачи, как базового уровня сложности, так и повышенного.

К каждой лабораторной работе предложены пять вариантов по пять заданий, содержащих один теоретический вопрос и несколько качественных задач по теме лабораторной работы. Задания выполняются студентом дома. На занятии ведется устный опрос по решенным вариантам.

Контрольные работы содержат по 5 задач. Контрольная работа может быть предложена в качестве домашней работы по индивидуальным вариантам.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература	
8.1.1	<b>Савельев И.В.</b> Курс общей физики : В 5 кн.: Учеб. пособие. Кн. 5 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. - М. : Астрель: АСТ, 2005. - 368 с. - ISBN 5-17-004587-5 : 131-00.
8.1.2	<b>Волькенштейн В.С.</b> Сборник задач по общему курсу физики. - СПб. : Книжный мир, 2005. - 328 с. - 151-00.
8.1.3	<b>Трофимова, Т.И.</b> Курс физики : Учеб. пособие. - 15-е изд., стереотип. - М. : Академия, 2007. - 560 с. - ISBN 978-5-7695-4565-8 : 495-00.
8.1.4	<b>Чертов, А.Г.</b> Задачник по физике : [Учеб. пособие]. - 8-е изд., доп. и перераб. - М. : Физматлит, 2009. - 640 с. - ISBN 9785-94052-169-3 : 339-80.
8.1.5	<b>Основы квантовой статистики и физики твердого тела [Электронный ресурс] : учебное пособие / ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т", каф. физики. - Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2017. - 109 с. : ил. - Библиогр.: с. 154-174 (221 назв.).</b>
8.1.6	<b>Савельев, И. В.</b> Курс общей физики : в 5 т. Т. 5 / Савельев И. В. - 5-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2011. -

	384 с. - Книга из коллекции Лань - Физика. - ISBN 978-5-8114-1211-2. URL: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=708">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=708</a>
<b>Дополнительная литература</b>	
8.1.7	<b>Квантовая оптика, физика атомов и ядер. Физика полупроводников</b> [Электронный ресурс] : Контрольные задания для зачета по лабораторным работам по дисциплине "Физика" для студентов всех направлений и специальностей очной формы обучения / Каф. физики; Сост.: А. Г. Москаленко, М. Н. Гаршина, Е. П. Татьяна, Т. Л. Тураева, О. И. Ремизова. - Электрон. текстовые, граф. дан. (704 Кб). - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2015. - 1 файл. - 00-00.
8.1.8	<b>Квантовая физика</b> [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Физика» для студентов всех технических специальностей всех форм обучения / ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т", Каф. физики; сост. : А.Г. Москаленко, Е.П. Татьяна, Т.Л. Тураева, О.С. Хабарова. - Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2021. - Электрон. текстовые и граф. данные (1,51 Мб).
8.1.9	<b>Физика полупроводников</b> [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Физика» для студентов технических специальностей всех форм обучения / ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т", Каф. физики; сост. : А.Г. Москаленко, Е.П. Татьяна, Т.Л. Тураева, О.С. Хабарова, Е.А. Возгорькова, А.И. Донцов. - Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2021. - Электрон. текстовые и граф. данные (996 Кб)
8.1.10	<b>Ядерная физика и элементарные частицы</b> [Электронный ресурс] : Методические указания для самостоятельной работы и тестирования знаний по дисциплине "Физика" студентов направлений 210100.62 "Электроника и наноэлектроника" (профили "Микроэлектроника и твердотельная электроника", "Электронное машиностроение"), 223200.62 "Техническая физика" (профили "Физика и техника низких температур", "Физическая электротехника") очной формы обучения / Каф. физики; Сост.: А. Г. Москаленко, Е. П. Татьяна, М. Н. Гаршина. - Электрон. текстовые, граф. дан. ( 505 Кб ). - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2013. - 1 файл. - 00-00.

**8.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационного-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

Электронная информационная образовательная среда ВГТУ, код доступа:  
<https://old.education.cchgeu.ru>

**Программное обеспечение компьютеров для самостоятельной и аудиторной работы:**

- Операционные системы семейства MSWindows;
- Пакет программ семейства MS Office;
- Пакет офисных программ OpenOffice;
- Программа просмотра файлов Djview;
- Программа просмотра файлов формата pdf AcrobatReader;
- Интернет-браузеры Mozilla Firefox, Google Chrome.

**Используемые электронные библиотечные системы:**

- Модуль книгообеспеченности АИБС «МАРК SQL», код доступа:  
<http://bibl.cchgeu.ru/provision/struct/>;
- Университетская библиотека онлайн, код доступа: <http://biblioclub.ru/>;
- ЭБС Издательства «ЛАНЬ», код доступа <http://e.lanbook.com/>;
- ЭБС IPRbooks, код доступа: <http://www.iprbookshop.ru>;
- научная электронная библиотека eLIBRARY.RU, код доступа: <http://elibrary.ru/>.

**Информационные справочные системы:**

- портал федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования, код доступа <http://fgosvo.ru>;
- единое окно доступа к образовательным ресурсам, код доступа <http://window.edu.ru/>;
- открытый образовательный ресурс НИЯУ МИФИ, код доступа <http://online.mephi.ru/>;
- открытое образование, код доступа: <https://openedu.ru/>;
- физический информационный портал, код доступа: <http://phys-portal.ru/index.html>

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Специализированные лекционные аудитории 327 и 322**, оснащенные оборудованием для лекционных демонстраций и проектором, стационарным экраном (учебный корпус, расположенный по адресу: Московский пр., 14)

▪ **Лаборатория “Электромагнетизма и волновой оптики”**, ауд. 319 (учебный корпус, расположенный по адресу: Московский пр., 14):

- Оптический пирометр ОППИР-09 для экспериментальной проверки закона Стефана-Больцмана.
- Универсальный монохроматор для изучения спектра водорода
- Установка для изучения опыта Франка-Герца.
- Установка для изучения эффекта Холла.
- Установка для изучения выпрямляющих свойств полупроводниковых диодов.
- Установка для изучения фотопроводимости в полупроводниках.
- Установка для изучения явления испускания света в полупроводниках.
- Установка для изучения радиоактивности.
- Установка для измерения поглощения бета-частиц. 10.
- Осциллограф одноканальный 25000

**Дисплейный класс**, оснащенный компьютерами с необходимым программным обеспечением ауд. 324, 322 (учебный корпус, расположенный по адресу: Московский пр., 14)

**Аудитории для проведения практических занятий**, оборудованные проекторами, стационарными экранами и интерактивными досками, ауд. 320а, 322 (учебный корпус, расположенный по адресу: Московский пр., 14) и другие учебные аудитории 317, 318, 323 и др. (учебный корпус, расположенный по адресу: Московский пр., 14)

**Помещения для самостоятельной работы студентов:**

- ауд. 324 (учебный корпус, расположенный по адресу: Московский пр., 14);
- библиотечный зал (учебный корпус, расположенный по адресу: Московский пр., 14, 1 этаж);
- читальный зал (учебный корпус, расположенный по адресу: Московский пр., 14, ауд 203)

**Помещения для хранения и обслуживания оборудования:** ауд. 316 (учебный корпус, расположенный по адресу: Московский пр., 14)

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

По дисциплине «Физике» читаются лекции, проводятся практические и лабораторные занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков реше-

ния задач. Занятия проводятся путем решения конкретных примеров задач в аудитории. Рассматриваются основные типы задач и методики их решений.

Лабораторные работы направлены на приобретение навыков проведения физического эксперимента, обработки результатов, оценки погрешности измерений. На занятиях лабораторного практикума идет практически индивидуальная работа с каждым студентом. Студенты получают экспериментальные подтверждения изучаемых физических законов. Обсуждаются и анализируются полученные результаты. В ряде случаев проводятся исследования физических явлений с использованием компьютерного моделирования. Перед выполнением работы проверяется готовность студента к ее выполнению, а после оформления работы проводится ее защита.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Контроль усвоения материала дисциплины осуществляется с помощью тестов, контрольных работ, устной беседы и итогового теста на экзамене.

Освоение дисциплины оценивается на зачете или экзамене.

### **Виды деятельности студента на различных этапах деятельности представлены в таблице**

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции, на практическом, лабораторном занятии или на консультации.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции и(или) при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, подготовить конспект и подготовиться к получения допуска к выполнению работы по графику. Четко соблюдать график выполнения лабораторных работ.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также изучение конспектов лекций; - выполнение домашних заданий; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной ат-

	тестации. Во время сессии максимально эффективно использовать время для повторения и систематизации материала.
--	--