



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЕиС  
И.Ю. Мезин

16.03.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***СПЕЦИАЛЬНЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ***

Направление подготовки (специальность)  
03.04.02 ФИЗИКА

Направленность (профиль/специализация) программы  
Компьютерное моделирование физических процессов и структур, методы преподавания  
физики

Уровень высшего образования - магистратура  
Программа подготовки - академическая магистратура

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Физики
Курс	1
Семестр	1, 2

Магнитогорск  
2019 год

---

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 ФИЗИКА (уровень магистратуры) (приказ Минобрнауки России от 28.08.2015 г. № 913)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Физики  
12.03.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС  
16.03.2020 г. протокол № 8

Председатель \_\_\_\_\_ И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:  
доцент кафедры Физики, канд. физ.-мат. наук \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ А.П. Давыдов

Рецензент:  
зав. кафедрой ВТиП, д-р техн. наук \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ О.С. Логунова

**Лист актуализации рабочей программы**

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от 1 09 2020 г. № 1  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целями освоения дисциплины «Специальный физический практикум» являются:

Адаптировать к практической деятельности, полученные на предыдущем уровне высшего образования знания о физике поверхности конденсированных систем и способствовать глубокому прикладному пониманию, параллельно осваиваемого курса «Теории твердого тела»;

Сформировать индивидуальную методологическую культуру студента, способного самостоятельно организовывать и сопровождать научно-исследовательскую, опытно-экспериментальную и инновационную деятельность в научно-исследовательских, проектно конструкторских и промышленных организациях

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Специальный физический практикум входит в базовую часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Общая физика

Основы теоретической физики

Методы математической физики

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Производственная - преддипломная практика

Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

Научно-исследовательская работа

Производственная - практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности

Современные проблемы физики

Спецсеминар по научным направлениям

Дополнительные главы общей физики

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Специальный физический практикум» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-2 готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	
Знать	Основы психологии и управления, виды коллективов, основы работы в коллективе, требования к личности руководителя
Уметь	Применять теоретические знания в практической деятельности (в том числе и на учебных занятиях), организовать работу внутри группы, выступить лидером группы
Владеть	Навыками организации работы в малых группах, в том числе и научных, а также имеет навыки выдвижения идей, выбора методов, планирования исследования, в том числе и экспериментального

ПК-2 способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности	
Знать	Основные тенденции развития современной физики как науки
Уметь	Применять знания физических законов, теорий и общенаучных концепций для разработки новых технологий
Владеть	Навыками использования физических знаний для разработки новых технологий
ПК-4 способностью планировать и организовывать физические исследования, научные семинары и конференции	
Знать	как проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы
Уметь	применять полученные знания для анализа проблем современной физики в процессе экспериментальной исследовательской работы
Владеть	методами проведения физических измерений; современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований
ПК-5 способностью использовать навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей	
Знать	теоретические основы организации, планирования и проведения научных исследований
Уметь	составлять отчеты и доклады о научно-исследовательской работе для участия в научных конференциях
Владеть	навыками обращения с научной и учебной литературой; навыками использования математических пакетов для исследования математических моделей физических объектов и процессов

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц 216 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 70,2 акад. часов;
- аудиторная – 70 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,2 акад. часов
- самостоятельная работа – 145,8 акад. часов;

Форма аттестации - зачет, зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Задачи тепломассообмена								
1.1 Стационарный процесс теплопередачи	1			6/3И	12	Работа с учебными пособиями, выполнение домашнего задания, подготовка к контрольной работе	Проверка домашнего задания, устный опрос на занятии, контрольная работа	ОПК-2, ПК-2, ПК-4, ПК-5
1.2 Конвективный теплообмен				8/4И	16	Работа с учебными пособиями, выполнение домашнего задания, подготовка к контрольной работе	Проверка домашнего задания, устный опрос на занятии, контрольная работа	ОПК-2, ПК-2, ПК-4, ПК-5
1.3 Конвективный теплообмен при конденсации паров и кипении жидкостей				8/4И	14	Работа с учебными пособиями, выполнение домашнего задания, подготовка к контрольной работе	Проверка домашнего задания, устный опрос на занятии, контрольная работа	ОПК-2, ПК-2, ПК-4, ПК-5
1.4 Теплообмен излучением				8/3И	14	Работа с учебными пособиями, выполнение домашнего задания, подготовка к контрольной работе	Проверка домашнего задания, устный опрос на занятии, контрольная работа	ОПК-2, ПК-2, ПК-4, ПК-5

1.5	Теплообменные аппараты			8/4И	13,9	Работа с учебными пособиями, выполнение домашнего задания, подготовка к контрольной работе	Проверка домашнего задания, устный опрос на занятии, контрольная работа	ОПК-2, ПК-2, ПК-4, ПК-5
Итого по разделу				38/18И	69,9			
Итого за семестр				38/18И	69,9		зачёт	
2. Задачи квантовой физики								
2.1	Тепловое излучение			6/3И	14	Работа с учебными пособиями, выполнение домашнего задания, подготовка к контрольной работе	Проверка домашнего задания, устный опрос на занятии, контрольная работа	ОПК-2, ПК-2, ПК-4, ПК-5
2.2	Внешний фотоэффект. Характеристики фотона. Эффект Комптона			6/3И	14	Работа с учебными пособиями, выполнение домашнего задания, подготовка к контрольной работе	Проверка домашнего задания, устный опрос на занятии, контрольная работа	ОПК-2, ПК-2, ПК-4, ПК-5
2.3	Волновые свойства микрочастиц. Гипотеза де Бройля. Соотношение неопределенностей	2		6/3И	14	Работа с учебными пособиями, выполнение домашнего задания, подготовка к контрольной работе	Проверка домашнего задания, устный опрос на занятии, контрольная работа	ОПК-2, ПК-2, ПК-4, ПК-5
2.4	Уравнение Шрёдингера. Смысл $\Psi$ -функции. Частица в потенциальной яме. Прохождение частиц через потенциальный барьер			8/4И	18	Работа с учебными пособиями, выполнение домашнего задания, подготовка к контрольной работе	Проверка домашнего задания, устный опрос на занятии, контрольная работа	ОПК-2, ПК-2, ПК-4, ПК-5
2.5	Свойства атомов			6/3И	15,9	Работа с учебными пособиями, выполнение домашнего задания, подготовка к контрольной работе	Проверка домашнего задания, устный опрос на занятии, контрольная работа	ОПК-2, ПК-2, ПК-4, ПК-5
Итого по разделу				32/16И	75,9			
Итого за семестр				32/16И	75,9		зао	
Итого по дисциплине				70/34И	145,8		зачет, зачет с оценкой	ОПК-2,ПК-2,ПК-4,ПК-5

## 5 Образовательные технологии

На практических занятиях применяется технология проблемного обучения, когда преподаватель ставит перед студентами проблему, решение которой способствует активизации мыслительной деятельности студентов, формирует умение не только решать проблемы, возникающие в практике работы, но и брать на себя ответственность за решение проблем, возникающих в профессиональной деятельности.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### а) Основная литература:

1. Архипов, В. А. Физико-химические основы процессов теплообмена: Учебное пособие / Архипов В.А. - Томск:Изд-во Томского политех. университета, 2015. - 199 с.: ISBN 978-5-4387-0539-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/673007> (дата обращения: 23.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Краснопевцев, Е. А. Квантовая механика в приложениях к физике твердого тела / Краснопевцев Е.А. - Новосибирск :НГТУ, 2010. - 355 с.: ISBN 978-5-7782-1464-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/556655> (дата обращения: 23.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

### б) Дополнительная литература:

1. Видин, Ю. В. Теоретические основы теплотехники. Теплообмен: Учебное пособие / Видин Ю.В., Казаков Р.В., Колосов В.В. - Краснояр.:СФУ, 2015. - 370 с.: ISBN 978-5-7638-3302-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/967810> (дата обращения: 23.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Браун, А.Г. Элементы квантовой механики и физики атомного ядра : учеб. пособие / А.Г.Браун, И.Г.Левитина. — 2-е изд. — Москва : ИНФРА-М, 2015. — 84 с. - ISBN 978-5-16-010384-6 (print) ; ISBN 978-5-16-102353-2 (online). - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/486392> (дата обращения: 23.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

### в) Методические указания:

Сборник вопросов и задач по общей физике. Раздел 3: Оптика. Раздел 4: Квантовая физика : учеб.-методическое пособие / Н. В. Соина, А. Б. Казанцева, И. А. Васильева [и др.]. - Москва : МПГУ, 2013. - 194 с. - ISBN 978-5-7042-2414-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/758094> (дата обращения: 23.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

## г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
----------------	--------

Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>

### **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип аудитории Оснащение аудитории

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: Персональный компьютер с пакетом MS Office, выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательной среде «Система дистанционного обучения МГТУ»

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: Персональный компьютер с пакетом MS Office, выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательной среде «Система дистанционного обучения МГТУ»

Помещения для самостоятельной работы обучающихся: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и доступом в электронную образовательную среду университета

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: Стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации.

## Приложение 1

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

*Примерные индивидуальные домашние задания (ИДЗ):*

*ИДЗ №1 «Задачи теплообмена».*

1.

Определить термическое сопротивление теплопроводности  $R_t$  и толщину  $\delta$  плоской однослойной стенки, если при разности температур ее поверхностей  $\Delta T = T_{w2} - T_{w1} = 75 \text{ }^\circ\text{C}$  через нее проходит стационарный тепловой поток плотностью  $q=3 \text{ кВт/м}^2$ . Коэффициент теплопроводности стенки  $\lambda=2 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ .

2.

Нагреватель, выполненный из трубки диаметром  $d = 25 \text{ мм}$  и длиной  $\ell = 0,5 \text{ м}$ , погружен вертикально в бак с водой, имеющей температуру  $T_f = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Определить количество теплоты, передаваемое нагревателем в единицу времени, считая температуру его поверхности постоянной по всей длине и равной  $T_w = 55,5 \text{ }^\circ\text{C}$ .

3.

На наружной поверхности горизонтальной трубы диаметром  $d = 20 \text{ мм}$  и длиной  $\ell = 2 \text{ м}$  конденсируется сухой насыщенный водяной пар при давлении  $p_n = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Температура поверхности трубы  $T_w = 94,5 \text{ }^\circ\text{C}$ . Определить средний коэффициент теплоотдачи от пара к трубе и количество пара  $G$ , которое конденсируется на поверхности трубы.

4.

Определить приведенную степень черноты системы, состоящей из двух труб, если одна труба с наружным диаметром  $d_1=80 \text{ мм}$  находится внутри другой с внутренним диаметром  $d_2=200 \text{ мм}$ . Степень черноты труб одинакова и равна  $0,65$ .

5.

Определить температуру охлаждающей воды на выходе из водяного маслоохладителя, если температура трансформаторного масла на входе в теплообменник  $t_1' = 45^\circ\text{C}$ , на выходе  $t_1'' = 35^\circ\text{C}$ , расход масла 15000 кг/час. Температура охлаждающей воды на входе  $15^\circ\text{C}$ , расход воды 25000 кг/ч.

*ИДЗ №2 «Задачи квантовой физики».*

1. Какую температуру должно иметь тело, если оно при температуре окружающей среды  $17^\circ\text{C}$  излучает в 100 раз больше энергии, чем поглощает?

2. Электромагнитное излучение с длиной волны  $\lambda = 0,30$  мкм падает на фотоэлемент, находящийся в режиме насыщения. Соответствующая спектральная чувствительность фотоэлемента  $J = 4,8$  мА/Вт. Найти выход фотоэлектронов, т. е. число электронов на каждый падающий фотон.

3. Параллельный пучок моноэнергетических электронов падает нормально на диафрагму с узкой прямоугольной щелью шириной  $b = 1,0$  мкм. Определить скорость этих электронов, если на экране, отстоящем от щели на расстоянии  $l = 50$  см, ширина центрального дифракционного максимума  $\Delta x = 0,36$  мкм.

4. Частица находится в сферически-симметричном потенциальном поле в стационарном состоянии  $\psi = \frac{1}{\sqrt{2\pi a}} \cdot \frac{e^{-r/a}}{r}$ , где  $r$  – расстояние от центра поля. Найти среднее  $\langle r \rangle$ .

6. Выписать спектральные термы двухэлектронной системы, состоящей из одного  $p$ -электрона и одного  $d$ -электрона.

Ответ:  $^1P_1; ^1D_2; ^1F_3; ^3P_0; ^3P_1; ^3P_2; ^3D_1; ^3D_2; ^3D_3; ^3F_2; ^3F_3; ^3F_4$ .

*Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов*

**Подготовка к зачету**

Перед началом подготовки к зачету необходимо просмотреть весь материал и отложить тот, что хорошо знаком, а начинать учить незнакомый, новый

Начинай готовиться к зачету заранее, понемногу, по частям, сохраняя спокойствие. Составь план на каждый день подготовки, необходимо четко определить, что именно сегодня будет изучаться. А также необходимо определить время занятий с учетом ритмов организма.

К трудно запоминаемому материалу необходимо возвращаться несколько раз,

просматривать его в течение нескольких минут вечером, а затем еще раз - утром.

Очень полезно составлять планы конкретных тем и держать их в уме, а не зазубривать всю тему полностью «от» и «до». Можно также практиковать написание вопросов в виде краткого, тезисного изложения материала.

Заучиваемый материал лучше разбить на смысловые куски, стараясь, чтобы их количество не превышало семи. Смысловые куски материала необходимо укрупнять и обобщать, выражая главную мысль одной фразой. Текст можно сильно сократить, представив его в виде схемы

Пересказ текста своими словами приводит к лучшему его запоминанию, чем многократное чтение, поскольку это активная, организованная целью умственная работа

**Методические указания по выполнению домашнего задания** рекомендуется следовать следующему общему алгоритму:

1. Проработать конспект лекции на предмет выявления непонятных моментов темы.
2. В случае наличия непонятных моментов сформулировать вопросы.
3. Найти и изучить дополнительный материал по теме, используя рекомендованную литературу и электронные ресурсы учебных пособий в сети Интернет.
4. Ответить на возникшие в ходе изучения темы вопросы.
5. Выписать трактовки основных понятий, законов, принципов и т.п. по теме лекции.
6. Из перечня вопросов к зачету выбрать те, которые отражают содержание лекции.
7. Найти ответы на эти вопросы в тексте лекций и дополнительном материале.
8. Оформить материал в письменном виде

### **Подготовка к тестированию**

По типу все задания теста делятся на закрытые и открытые. Закрытый вопрос подразумевает выбор правильного варианта ответа из нескольких предложенных (как правило, таких вариантов четыре). Открытый вопрос не имеет вариантов ответа, напоминая, таким образом, обычный вопрос из письменной контрольной работы. Большая часть тестовых заданий чаще всего относится именно к закрытому типу. Времени на их выполнение, как нетрудно догадаться, требуется меньше, чем на задания открытого типа (ничего не надо писать, нужно лишь отметить условным знаком выбранный ответ), но и оцениваются ответы на эти вопросы не так высоко, как ответы на вопросы открытого типа.

Всю подготовительную работу к прохождению теста можно условно разбить на два основных направления. Первое – это изучение учебного материала как такового.

Необходимо изучать теорию и тренироваться в решении задач и выполнении упражнений.

Для этого понадобятся специальные тренировочные пособия – учебные тесты с указанием правильных ответов.

Закончив прохождение одного тренировочного теста, обязательно отметить вопросы, на которые даны неправильные ответы. Нужно выписать на отдельный листок темы, которые вызвали затруднение. Это – слабые места. Открыв учебник, внимательно проштудировать соответствующий раздел, прорешать все предлагаемые задачи, ответить на все вопросы в конце каждого параграфа. Только после этого нужно приниматься за выполнение следующего тренировочного теста.

Учащиеся сами заметят положительную динамику. Каждый последующий тест должен приносить больше очков, чем предыдущий.

Вначале необходимо внимательно прочитать вопросы. Польза от этого двойная: во-первых, будет настройка на предмет, во-вторых, можно определить, в каких заданиях вопросы «пересекаются» (иногда бывает, что один вопрос в скрытой форме содержит ответ на другой).

Необходимо мысленно отметить вопросы, которые показались трудными или вызывают сомнения. Можно записать их номера на листке для черновика.

Теперь следует приступить к ответам, отвечая на те вопросы, в которых уверены, не тратя на обдумывание каждого из них больше 1 минуты. Если этого времени покажется недостаточно, чтобы найти правильный ответ, нужно пропустить вопрос и двигаться дальше.

Пройдя весь тест до конца, пропуская трудные задания, затем необходимо вернуться к пропущенным заданиям. Теперь уже не торопись, не подгоняя себя, а спокойно и внимательно вдуматься в заданный вопрос. Возможно, другие выполненные задания подскажут правильный ответ. Если время позволяет, нужно продолжать работать над тестовыми заданиями.

## Приложение 2

### 7. «Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации»

#### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ОПК-2: готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия</b>		
Знать	Основы психологии и управления, виды коллективов, основы работы в коллективе, требования к личности руководителя	<p><i>Перечень вопросов для подготовки к зачету:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Теплопередача через плоскую стенку</li> <li>2. Теплопередача через цилиндрическую стенку</li> <li>3. Теплопередача через многослойную стенку</li> <li>4. Конвективный теплообмен</li> <li>5. Критерии подобия</li> <li>6. Алгоритм расчета коэффициента теплоотдачи по критериальным уравнениям</li> </ol>
Уметь	Применять теоретические знания в практической деятельности (в том числе и на учебных занятиях), организовать работу внутри группы, выступить лидером группы	<p>Примеры индивидуальных домашних заданий</p> <p>1. Определить линейное термическое сопротивление теплопроводности <math>R_t</math> и толщину стенки <math>\delta</math> стальной трубы, внутренний диаметр которой <math>d_1 = 8,5</math> мм, если при разности температур её поверхностей <math>\Delta T = 0,02</math> °С с участка трубопровода длиной <math>\ell = 100</math> м в окружающую среду в течение часа теряется теплота <math>Q_t = 4,45</math> МДж. Режим теплообмена стационарный. Коэффициент теплопроводности материала трубы <math>\lambda = 16</math> Вт/(м·К).</p> <p style="text-align: center;"><b>Задача 2</b></p> <p>По трубе <math>d = 60</math> мм протекает воздух со скоростью <math>w = 5</math> м/с. Определить значение среднего коэффициента теплоотдачи, если средняя температура воздуха <math>\bar{T}_f = 100</math> °С.</p>
Владеть	Навыками организации работы в малых группах, в том числе и научных, а также имеет навыки выдвижения идей, выбора методов, планирования	<p>Примеры контрольных заданий:</p> <p>2. Стены сушильной камеры выполнены из слоя красного кирпича толщиной <math>\delta_1 = 250</math> мм и слоя строительного войлока. Температура на внутренней поверхности кирпичного слоя <math>T_{w1} = 130</math> °С, а на внешней поверхности войлочного слоя <math>T_{w2} = 40</math> °С. Коэффициент теплопроводности красного кирпича <math>0,7</math> Вт/(м·К) и строительного войлока <math>0,0465</math> Вт/(м·К). Вычислить температуру в плоскости соприкосновения слоев <math>T_{1-2}</math> и толщину войлочного слоя при условии, что тепловые потери через <math>1</math> м<sup>2</sup> стенки камеры равны <math>q = 130</math> Вт/м<sup>2</sup>.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	исследования, в том числе и экспериментального	<p>3. Определить коэффициент теплоотдачи от вертикальной плиты высотой <math>H = 1,5</math> м к окружающему воздуху, если известно, что температура поверхности плиты <math>T_w = 80</math> °С, температура окружающего воздуха вдали от поверхности <math>T_f = 20</math> °С.</p>
<b>ПК-2: способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности</b>		
Знать	Основные тенденции развития современной физики как науки	<p><i>Перечень вопросов для подготовки к зачету:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Конвективный теплообмен при конденсации паров и кипении жидкостей</li> <li>2. Теплоотдача при конденсации паров</li> <li>3. Теплоотдача при кипении жидкостей</li> <li>4. Теплообмен излучением</li> <li>5. Теплообменные аппараты</li> </ol>
Уметь	Применять знания физических законов, теорий и общенаучных концепций для разработки новых технологий	<p>Примеры индивидуальных домашних заданий</p> <p>3. На наружной поверхности вертикальной трубы диаметром 20 мм и высотой <math>H = 2</math> м конденсируется сухой насыщенный водяной пар при давлении <math>p_w = 1,98 \cdot 10^5</math> Па. Температура поверхности трубы <math>T_w = 115</math> °С.</p> <p>1. Определить приведенную степень черноты системы, если трубопровод с наружным диаметром 0,1 м проходит в центре кирпичного квадратного канала со стороной 0,5 м. Степень черноты трубы 0,72. Степень черноты стенок канала 0,85.</p>
Владеть	Навыками использования физических знаний для разработки новых технологий	<p>Примеры контрольных заданий:</p> <p>7. Из воды, кипящей в большом объеме при давлении 1,98 бар, необходимо получить 300 кг/час сухого насыщенного водяного пара. Найти необходимую для этого площадь поверхности нагрева, если температура поверхности 131 °С.</p> <p>7. Определить плотность теплового потока, теряемого излучением с поверхности паропровода диаметром 0,1 м. Температура стенки паропровода 427 °С, степень черноты 0,9. Температура окружающей среды 27 °С.</p>
<b>ПК-4: способностью планировать и организовывать физические исследования,</b>		

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>научные семинары и конференции</b>		
Знать	как проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы	<p><b>Перечень вопросов для подготовки к зачету:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные характеристики теплового излучения</li> <li>2. Основные законы теплового излучения</li> <li>3. Экспериментальные закономерности внешнего фотоэффекта</li> <li>4. Характеристики фотона. Эффект Комптона</li> <li>5. Волновые свойства микрочастиц. Гипотеза де Бройля</li> <li>6. Соотношение неопределенностей</li> </ol>
Уметь	применять полученные знания для анализа проблем современной физики в процессе экспериментальной исследовательской работы	<p>Примеры индивидуальных домашних заданий</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Абсолютно черное тело имеет температуру <math>T_1 = 500</math> К. Какова будет температура <math>T_2</math> тела, если в результате нагревания поток излучения увеличится в <math>n = 5</math> раз?</li> <li>1. Имеется вакуумный фотоэлемент, один из электродов которого цезиевый, другой – медный. Определить максимальную скорость фотоэлектронов, подлетающих к медному электроду, при освещении цезиевого электрода электромагнитным излучением с длиной волны <math>0,22</math> мкм, если электроды замкнуты снаружи накоротко.</li> </ol>
Владеть	методами проведения физических измерений; современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований	<p>Примеры контрольных заданий:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Для прекращения фотоэффекта, вызванного облучением ультрафиолетовым светом платиновой пластинки, нужно приложить задерживающую разность потенциалов <math>U_1 = 3,7</math> В. Если платиновую пластинку заменить другой пластинкой, то задерживающую разность потенциалов придется увеличить до <math>6</math> В. Определить работу выхода электронов с поверхности этой пластинки.</li> <li>3. Во сколько раз отличаются дебройлевская длина волны электрона, прошедшего разность потенциалов в <math>1</math> В, и дебройлевская длина волны электрона, прошедшего разность потенциалов в <math>1</math> кВ?</li> </ol>
<b>ПК-5: способностью использовать навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей</b>		

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Знать	теоретические основы организации, планировании и проведения научных исследований	<p><b>Перечень вопросов для подготовки к зачету:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уравнение Шрёдингера</li> <li>2. Частица в потенциальной яме</li> <li>3. Прохождение частиц через потенциальный барьер</li> <li>4. Свойства атомов</li> </ol>
Уметь	составлять отчеты и доклады научно-исследовательской работе для участия в научных конференциях	<p>Примеры индивидуальных домашних заданий</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Частица находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Ширина ямы <math>l</math>. Найти нормированные волновые функции стационарных состояний частицы, взяв начало отсчета координаты <math>x</math> в середине ямы.</li> <li>4. Известно, что в <math>F</math>- и <math>D</math>-состояниях число возможных значений квантового числа <math>J</math> одинаково и равно пяти. Определить спиновый механический момент в этих состояниях.</li> </ol>
Владеть	навыками обращения с научной учебной литературой; навыками использования математических пакетов для исследования математических моделей физических объектов и процессов	<p>Примеры контрольных заданий:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Частица находится в прямоугольной двумерной потенциальной яме с абсолютно непроницаемыми стенками (<math>0 &lt; x &lt; a</math>) (<math>0 &lt; y &lt; b</math>). Определить вероятность нахождения частицы с наименьшей энергией в области (<math>0 &lt; x &lt; \frac{a}{3}</math>).</li> <li>7. Установить, какие из нижеперечисленных переходов запрещены правилами отбора: <math>{}^2D_{3/2} \rightarrow {}^2P_{1/2}</math>; <math>{}^3P_1 \rightarrow {}^2S_{1/2}</math>; <math>{}^3F_3 \rightarrow {}^3P_2</math>; <math>{}^4F_{7/2} \rightarrow {}^4D_{5/2}</math>.</li> </ol>

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Форма аттестации - зачет, зачет с оценкой

**Перечень вопросов для подготовки к зачету:**

1. Теплопередача через плоскую стенку
2. Теплопередача через цилиндрическую стенку
3. Теплопередача через многослойную стенку
4. Конвективный теплообмен
5. Критерии подобия
6. Алгоритм расчета коэффициента теплоотдачи по критериальным уравнениям

7. Конвективный теплообмен при конденсации паров и кипении жидкостей
8. Теплоотдача при конденсации паров
9. Теплоотдача при кипении жидкостей
10. Теплообмен излучением
11. Теплообменные аппараты
12. Основные характеристики теплового излучения
13. Основные законы теплового излучения
14. Экспериментальные закономерности внешнего фотоэффекта
15. Характеристики фотона. Эффект Комптона
16. Волновые свойства микрочастиц. Гипотеза де Бройля
17. Соотношение неопределенностей
18. Уравнение Шрёдингера
19. Частица в потенциальной яме
20. Прохождение частиц через потенциальный барьер
21. Свойства атомов

***Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):***

– на оценку **«отлично»** – студент должен показать высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку **«хорошо»** – студент должен показать знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку **«удовлетворительно»** – студент должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** – студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.