ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА
приказом и.о. ректора
от «07» июня 2021 г. № 79

Б1.В.ДВ.12.01 Источники и приемники излучения

рабочая программа дисциплины

Специальность/направление подготовки – 12.03.01 Приборостроение
Специализация/профиль – Приборы и методы контроля качества и диагностики
Квалификация выпускника – Бакалавр
Форма и срок обучения – очная форма 4 года
Кафедра-разработчик программы – Физика, механика и приборостроение

Общая трудоемкость в з.е. – 5
Часов по учебному плану (УП) – 180
В том числе в форме практической подготовки (ПП) – 48
(очная)

Формы промежуточной аттестации
очная форма обучения:
экзамен 8 семестр, курсовая работа 8 семестр

Очная форма обучения **Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	8	**Итого**
Вид занятий	Часов по УП	**Часов по УП**
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*	72/48	**72/48**
– лекции	24	**24**
– практические (семинарские)	24/24	**24/24**
– лабораторные	24/24	**24/24**
Самостоятельная работа	72	**72**
Экзамен	36	**36**
Итого	180/48	**180/48**

* В форме ПП – в форме практической подготовки.

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу
Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.
00920FD815CE68F8C4CA795540563D259C с 07.02.2024 05:46 по 02.05.2025 05:46 GMT+03:00
Подпись соответствует файлу документа

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение, утвержденным Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 19.09.2017 № 945.

Программу составил(и):
д.ф.-м.н., профессор, профессор, В.И. Барышников

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Физика, механика и приборостроение», протокол от «4» июня 2021 г. № 18

Зав. кафедрой, к. т. н., доцент С.В. Пахомов

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цели дисциплины	
1	изучение и овладение законами физики электромагнитного излучения и взаимодействия излучения с веществом
2	овладение приемами и методами решения конкретных задач с анализом преимущества и недостатков существующих источников и приемников излучения для неразрушающего контроля качества изделий и технологий
3	формирование и приобретение мотивации к системному самообразованию в проектной деятельности компонентов и систем источников и приемников излучения
1.2 Задачи дисциплины	
1	применять полученные знания по методологии проектирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов для решения диагностических задач широкого профиля
2	разработка функциональных и структурных схем оптических и оптико-электронных приборов
3	конструирование оптических и оптико-электронных блоков, узлов и деталей
1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины	
Профессионально-трудовое воспитание обучающихся	
Цель профессионально-трудового воспитания – формирование у обучающихся осознанной профессиональной ориентации, понимания общественного смысла труда и значимости его для себя лично, ответственного, сознательного и творческого отношения к будущей деятельности, профессиональной этики, способности предвидеть изменения, которые могут возникнуть в профессиональной деятельности, и умению работать в изменённых, вновь созданных условиях труда. Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач: – формирование сознательного отношения к выбранной профессии; – воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность; – формирование психологии профессионала; – формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения; – формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли	

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
Блок/часть ОПОП	Блок 1. Дисциплины / Часть, формируемая участниками образовательных отношений
2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины	
1	Б1.В.ДВ.03.01 Методы обработки измерительной информации
2	Б1.В.ДВ.04.01 Обнаружение и фильтрация сигналов в неразрушающем контроле
3	Б1.В.ДВ.05.01 Основы программирования в задачах неразрушающего контроля
4	Б1.В.ДВ.07.01 Детали приборов и основы конструирования
5	Б1.В.ДВ.08.01 Схемотехника измерительных устройств
6	Б1.В.ДВ.09.01 Основы программирования микропроцессоров
7	Б1.В.ДВ.10.01 Электроника и микропроцессорная техника
8	Б1.В.ДВ.13.01 Визуальный и оптический контроль
9	Б1.В.ДВ.14.01 Радиационный контроль
10	Б1.В.ДВ.15.01 Акустический и ультразвуковой контроль
11	Б1.В.ДВ.16.01 Радиоволновой контроль
12	Б2.О.03(П) Производственная - проектно-конструкторская практика
13	Б2.О.04(Н) Производственная - научно-исследовательская работа
2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Б3.01(Д) Подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
2	Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы

3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ		
Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**	**Планируемые результаты обучения**
ПК-1 Способен к проектированию и конструированию оптотехники,	ПК-1.2 Разрабатывает технические требования и задания, проектирует и конструирует оптические и оптико-электронные	Знать: физические основы, принцип действия, методологию конструирования и применения электромагнитных генераторов и излучателей для схем оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов;

оптических и оптико-электронных приборов и комплексов	приборы, комплексы и их составные части	физические основы, принцип действия, устройство и методы построения вакуумных, ионных и твердотельных приемников электромагнитного излучения оптического диапазона; методы построения функциональных и структурных схем оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов с определением физических принципов
		Уметь: в соответствие с техническими задание оптимально выбирать и применять источники и приемники излучения в диагностических оптоэлектронных системах; проводить поиск научно-технической информации о передовых аналогах разрабатываемых генераторах и приемниках оптического диапазона
		Владеть: навыками разработки излучающих и приемных устройств, аппаратуры и комплексов оптического диапазона

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма					*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР	
1.0	**Раздел 1. Основы теории излучения и взаимодействия излучения с веществом.**						
1.1	Тема 1. Электромагнитное излучение, его параметры и характеристики	8	2	2/2		2	ПК-1.2
1.2	Тема 2. Законы теплового излучения	8	2	2/2		2	ПК-1.2
1.3	Тема 3. Квантовая теория излучения	8	2	2/2		2	ПК-1.2
1.4	Лабораторная работа "Изучение оптических спектров испускания атомов водорода. Градуировка спектроскопа."	8			4/4	2	ПК-1.2
2.0	**Раздел 2. Источники и приемники теплового излучения.**						
2.1	Тема 4. Газовые и твердотельные лазеры теплового диапазона	8	2	2/2		2	ПК-1.2
2.2	Тема 5. Принцип действия и характеристики пирометров и болометров	8	2	2/2		2	ПК-1.2
2.3	Лабораторная работа "Изучение законов теплового излучения"	8			4/4	2	ПК-1.2
3.0	**Раздел 3. Источники и приемники оптического излучения.**						
3.1	Тема 6. Плазменные источники излучения оптического диапазона	8	2	2/2		2	ПК-1.2
3.2	Тема 7. Полупроводниковые гетероструктурные светодиодные излучатели	8	2	2/2		2	ПК-1.2
3.3	Тема 8. Газовые и твердотельные лазеры оптического диапазона	8	2	2/2		2	ПК-1.2
3.4	Тема 9. Фотоприемники на основе внешнего фотоэффекта и их характеристики	8	2	2/2		2	ПК-1.2
3.5	Тема 11. Фотоприемники на основе внутреннего фотоэффекта и их характеристики	8	2	2/2		2	ПК-1.2
3.6	Лабораторная работа "Внешний фотоэффект, фотоэлемент"	8			4/4	2	ПК-1.2
3.7	Лабораторная работа "Исследование основных параметров полупроводникового лазера"	8			4/4	2	ПК-1.2
4.0	**Раздел 4. Источники и детекторы рентгеновского излучения.**						
4.1	Тема 12. Физика и техника генераторов рентгеновского излучения	8	2	2/2		2	ПК-1.2
4.2	Тема 13. Люминесцентные и электронно-оптические преобразователи рентгеновского излучения и их характеристики	8	2	2/2		2	ПК-1.2
4.3	Лабораторная работа "Комптоновское рассеяние"	8			4/4	2	ПК-1.2

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма					*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР	
4.4	Лабораторная работа "Упругое рассеяние нерелятивистской частицы в отсутствии силовых полей"	8			4/4	2	ПК-1.2
	Форма промежуточной аттестации – экзамен	8	36				ПК-1.2
	Курсовая работа	8				36	ПК-1.2
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		24	24/24	24/24	72	

5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

6.1.1 Основная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.1.1	Киселев, Г. Л. Квантовая и оптическая электроника : учеб. пособие - Изд. 2-е, испр. и доп. / Г. Л. Киселев. СПб. : Лань, 2011. - 313с.	7
6.1.1.2	Ишанин, Г. Г. Приемники оптического излучения : учебное пособие / Г. Г. Ишанин, В. П. Челибанов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 304 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/211730 (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.1.3	Рентгеновское излучение : учебное пособие для вузов. — Воронеж : ВГУ, 2017. — 76 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/154856 (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.1.4	Герасимов, Д. Н. Теплообмен излучением : учебник для вузов / Д. Н. Герасимов, С. Б. Моргунова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 156 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/351812 (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн

6.1.2 Дополнительная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.2.1	Савельев, И. В. Сборник вопросов и задач по общей физике : учеб. пособие - Изд. 6-е, стер. / И. В. Савельев. СПб. : Лань, 2013. - 288с.	217
6.1.2.2	Барышников, В. И. Электромагнитное излучение и волны : метод. пособие / В. И. Барышников, Т. А. Колесникова. Иркутск : ИрГУПС, 2016. - 88с.	283
6.1.2.3	Барышников, В. И. Электромагнитное излучение и волны : учеб. пособие / В. И. Барышников, А. А. Кашаев, Т. А. Колесникова. Иркутск : ИрГУПС, 2009. - 108с.	295
6.1.2.4	Шангина, Л. И. Квантовая и оптическая электроника : учебное пособие / Л. И. Шангина. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 303 с. — URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208584 (дата обращения: 18.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн

6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.3.1	Барышников В.И. Методические указания по изучению дисциплины Б1.В.ДВ.12.01 Источники и приемники излучения по направлению подготовки – 12.03.01 Приборостроение, профилю подготовки «Приборы и методы	Онлайн

	контроля качества и диагностики» / В. И. Барышников; ИрГУПС. – Иркутск : ИрГУПС, 2023. – 15 с. - Текст: электронный. - URL: https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_6888_1400_2021_1_signed.pdf	
6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»		
6.2.1	Электронно-библиотечная система «Издательство Лань», https://e.lanbook.com/	
6.2.2	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн», https://biblioclub.ru/	
6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы		
6.3.1 Базовое программное обеспечение		
6.3.1.1	Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.2	Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.3	FoxitReader, свободно распространяемое программное обеспечение http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/	
6.3.1.4	Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/	
6.3.1.5	Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License.	
6.3.2 Специализированное программное обеспечение		
6.3.2.1	Не предусмотрено	
6.3.3 Информационные справочные системы		
6.3.3.1	Не предусмотрены	
6.4 Правовые и нормативные документы		
6.4.1	Не предусмотрены	

7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л ИрГУПС находится – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80
2	Учебная аудитория Г-203 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор (переносной), экран (переносной), ноутбук (переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты).
3	Учебная комплексная лаборатория кафедры «Физика, механика и приборостроение» Г-203(1) для проведения лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор (переносной), экран (переносной), ноутбук (переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты). лабораторный комплекс ЛКМ-7; лабораторный комплекс ЛКО-1А.
4	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507; – помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521

8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	Лекция (от латинского «lection» – чтение) – вид аудиторных учебных занятий. Лекция: закладывает основы научных знаний в систематизированной, последовательной, обобщенной форме; раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники; концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах; стимулирует познавательную активность обучающихся. Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. На полях конспекта следует помечать

	вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы лучше запоминались. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий лекции. К каждому занятию следует разобрать материал предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии
Практическое занятие	Практическое занятие – вид аудиторных учебных занятий, целенаправленная форма организации учебного процесса, при реализации которой обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют практические задания. Практические задания направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Практические занятия развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания обучающихся, выступают как средства оперативной обратной связи; цель практических занятий – углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции, в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности. На практических занятиях подробно рассматриваются основные вопросы дисциплины, разбираются основные типы задач. К каждому практическому занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и выучить лекционный материал к следующей теме. Систематическое выполнение домашних заданий обязательно и является важным фактором, способствующим успешному усвоению дисциплины
Лабораторная работа	Основной целью лабораторных работ является теоретическое обоснование, наглядное и/или экспериментальное подтверждение и/или проверка существенных теоретических положений (законов, закономерностей) анализ существующих методик и методов их реализации и т.д. Они занимают преимущественное место при изучении дисциплин обязательной части и части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. Исходя из цели, содержанием лабораторных работ могут быть: - экспериментальная проверка формул, методик расчета; - проведение натурных измерений свойств, рабочих параметров, режимов работы при помощи лабораторного оборудования и/или стендов и макетов; - ознакомление, анализ и теоретические выкладки по устройству, принципу действия и способам обслуживания аппаратов, деталей машин, механизмов, процессов, протекающих в них при этом и т.д.; - наглядная графическая интерпретация чертежей, схем, объемных поверхностей и т.д., воспроизводимых с помощью специализированного программного обеспечения; - имитационное моделирование процессов, протекающих в сложных химических, физических, механических, электрических и пр. объектах; - наглядное представление о работе персонала конкретной организации или подразделения ОАО «РЖД» посредством моделирования штатных и внештатных ситуаций в виртуальных специализированных АРМ (автоматизированных рабочих мест); - установление и подтверждение закономерностей (путем сравнения проведенного эксперимента и рассчитанных значений) и т.д.; - ознакомление с методиками проведения экспериментов, наглядным устройством стенд-макетов и пр.; - установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик; - анализ различных характеристик процессов, в том числе производственных и иных процессов; - расчет параметров различных явлений и процессов, смоделировать которые не возможно в реальных условиях (например, чрезвычайные ситуации и пр.); - наблюдение развития явлений, процессов и др. Допускается иное содержание лабораторных работ, если это будет способствовать реализации целей и задач дисциплины и формированию соответствующих компетенций. По характеру выполняемых лабораторных работ возможны: - ознакомительные работы, используемые для закрепления изученного теоретического материалы; - аналитические работы, используемые для получения новой информации на основе формализованных методов;

	- творческие работы, ориентированные на самостоятельный выбор подходов решения задач. Прежде, чем приступить к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо повторить теоретический материал по теме работы. Каждая лабораторная работа оснащена методическими указаниями, разработанными преподавателями, ведущими дисциплину
Самостоятельная работа	Обучение по дисциплине «Источники и приемники излучения» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а также указана необходимая учебная литература: обучающийся изучает учебный материал, разбирает примеры и решает разноуровневые задачи в рамках выполнения как общих домашних заданий, так и индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) и других видов работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины. При выполнении домашних заданий обучающемуся следует обратиться к задачам, решенным на предыдущих практических занятиях, решенным домашним работам, а также к примерам, приводимым лектором. Если этого будет недостаточно для выполнения всей работы можно дополнительно воспользоваться учебными пособиями, приведенными в разделе 6.1 «Учебная литература». Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удается, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора. Домашние задания, индивидуальные домашние задания и другие работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению текстовой и графической документации, сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль»
Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет	

Приложение № 1 к рабочей программе

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

1. Общие положения

Фонд оценочных средств (ФОС) является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы.

Фонд оценочных средств предназначен для использования обучающимися, преподавателями, администрацией ИрГУПС, а также сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

Задачами ФОС являются:

– оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины;

– обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс;

– самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания: валидность, надежность, объективность, эффективность.

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

– минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения образовательной программы; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;

– базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;

– высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

2. Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина.
Программа контрольно-оценочных мероприятий.
Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Источники и приемники излучения» участвует в формировании компетенций:

ПК-1. Способен к проектированию и конструированию оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
8 семестр				
1.0	**Раздел 1. Основы теории излучения и взаимодействия излучения с веществом**			
1.1	Текущий контроль	Тема 1. Электромагнитное излучение, его параметры и характеристики	ПК-1.2	В рамках ПП**: Диктант по формулам (письменно) Контрольная работа (КР) (письменно)
1.2	Текущий контроль	Тема 2. Законы теплового излучения	ПК-1.2	В рамках ПП**: Диктант по формулам (письменно) Контрольная работа (КР) (письменно)
1.3	Текущий контроль	Тема 3. Квантовая теория излучения	ПК-1.2	В рамках ПП**: Контрольная работа (КР) (письменно) Тестирование (компьютерные технологии)
1.4	Текущий контроль	Лабораторная работа "Изучение оптических спектров испускания атомов водорода. Градуировка спектроскопа."	ПК-1.2	В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно) Тестирование (компьютерные технологии)
2.0	**Раздел 2. Источники и приемники теплового излучения**			
2.1	Текущий контроль	Тема 4. Газовые и твердотельные лазеры теплового диапазона	ПК-1.2	В рамках ПП**: Контрольная работа (КР) (письменно) Тестирование (компьютерные технологии)
2.2	Текущий контроль	Тема 5. Принцип действия и характеристики пирометров и болометров	ПК-1.2	В рамках ПП**: Контрольная работа (КР) (письменно) Тестирование (компьютерные технологии)
2.3	Текущий контроль	Лабораторная работа "Изучение законов теплового излучения"	ПК-1.2	В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно)
3.0	**Раздел 3. Источники и приемники оптического излучения**			
3.1	Текущий контроль	Тема 6. Плазменные источники излучения оптического диапазона	ПК-1.2	В рамках ПП**: Контрольная работа (КР) (письменно) Тестирование (компьютерные технологии)

3.2	Текущий контроль	Тема 7. Полупроводниковые гетероструктурные светодиодные излучатели	ПК-1.2	В рамках ПП**: Контрольная работа (КР) (письменно) Тестирование (компьютерные технологии)
3.3	Текущий контроль	Тема 8. Газовые и твердотельные лазеры оптического диапазона	ПК-1.2	В рамках ПП**: Контрольная работа (КР) (письменно) Тестирование (компьютерные технологии)
3.4	Текущий контроль	Тема 9. Фотоприемники на основе внешнего фотоэффекта и их характеристики	ПК-1.2	В рамках ПП**: Контрольная работа (КР) (письменно) Тестирование (компьютерные технологии)
3.5	Текущий контроль	Тема 11. Фотоприемники на основе внутреннего фотоэффекта и их характеристики	ПК-1.2	В рамках ПП**: Контрольная работа (КР) (письменно) Тестирование (компьютерные технологии)
3.6	Текущий контроль	Лабораторная работа "Внешний фотоэффект, фотоэлемент"	ПК-1.2	В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно)
3.7	Текущий контроль	Лабораторная работа "Исследование основных параметров полупроводникового лазера"	ПК-1.2	В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно)
4.0	**Раздел 4. Источники и детекторы рентгеновского излучения**			
4.1	Текущий контроль	Тема 12. Физика и техника генераторов рентгеновского излучения	ПК-1.2	В рамках ПП**: Контрольная работа (КР) (письменно) Тестирование (компьютерные технологии)
4.2	Текущий контроль	Тема 13. Люминесцентные и электронно-оптические преобразователи рентгеновского излучения и их характеристики	ПК-1.2	В рамках ПП**: Контрольная работа (КР) (письменно) Тестирование (компьютерные технологии)
4.3	Текущий контроль	Лабораторная работа "Комптоновское рассеяние"	ПК-1.2	В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно)
4.4	Текущий контроль	Лабораторная работа "Упругое рассеяние нерелятивистской частицы в отсутствии силовых полей"	ПК-1.2	В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно) Тестирование (компьютерные технологии)
	Промежуточная аттестация	Раздел 1. Основы теории излучения и взаимодействия излучения с веществом. Раздел 2. Источники и приемники теплового излучения. Раздел 3. Источники и приемники оптического излучения. Раздел 4. Источники и детекторы рентгеновского излучения.	ПК-1.2	Курсовая работа (письменно) Курсовая работа (устно)

	Промежуточная аттестация	Раздел 1. Основы теории излучения и взаимодействия излучения с веществом. Раздел 2. Источники и приемники теплового излучения. Раздел 3. Источники и приемники оптического излучения. Раздел 4. Источники и детекторы рентгеновского излучения.	ПК-1.2	Экзамен (собеседование) Экзамен - тестирование (компьютерные технологии)

*Форма проведения контрольно-оценочного мероприятия: устно, письменно, компьютерные технологии.
**ПП – практическая подготовка

Описание показателей и критериев оценивания компетенций.
Описание шкал оценивания

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице.

Текущий контроль

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Контрольная работа (КР)	Средство для проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по разделу дисциплины. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Типовое задание для выполнения контрольной работы по разделам/темам дисциплины
2	Диктант по формулам	Средство проверки знания основных формул и правил. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся	Перечень формул (вопросов) по разделам/темам дисциплины
3	Тестирование (компьютерные технологии)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий
4	Лабораторная работа	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно/устно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Образец задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

Промежуточная аттестация

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Экзамен	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий (образец экзаменационного билета) к экзамену
2	Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена	Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине (модулю) с использованием информационно-коммуникационных технологий. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий
3	Курсовая работа	Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся в предметной или межпредметной областях	Образец задания для выполнения курсовой работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена. Шкала оценивания уровня освоения компетенций

Шкала оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции
«отлично»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
«хорошо»	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
«удовлетворительно»	Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«неудовлетворительно»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал	Компетенция не сформирована

	недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	

Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена

Критерии оценивания	Шкала оценивания
Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования	«отлично»
Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования	«хорошо»
Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий при прохождении тестирования	«удовлетворительно»
Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования	«неудовлетворительно»

Курсовая работа

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсовой работы логически и методически выдержана. Все выводы и предложения убедительно аргументированы. Оформление курсовой работы и полученные результаты полностью отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. При защите курсовой работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на вопросы преподавателя, демонстрирует глубокое знание теоретического материала, способен аргументировать собственные утверждения и выводы
«хорошо»	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсовой работы логически и методически выдержана. Большинство выводов и предложений аргументировано. Оформление курсовой работы и полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две несущественные ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Наличествует незначительное количество грамматических и/или стилистических ошибок. При защите курсовой работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на большинство вопросов преподавателя, демонстрирует хорошее знание теоретического материала, но не всегда способен аргументировать собственные утверждения и выводы. При наводящих вопросах преподавателя исправляет ошибки в ответе
«удовлетворительно»	Содержание курсовой работы частично не соответствует заданию. Результаты обзора литературных и иных источников представлены недостаточно полно. Есть нарушения в логике изложения материала. Аргументация выводов и предложений слабая или отсутствует. Имеются одно-два существенных отклонений от требований в оформлении курсовой работы. Полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две существенных ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Много грамматических и/или стилистических ошибок. При защите курсовой работы обучающийся допускает грубые ошибки при ответах на вопросы преподавателя и /или не дал ответ более чем на 30% вопросов, демонстрирует слабое знание теоретического материала, в большинстве случаев не способен уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы
«неудовлетворительно»	Содержание курсовой работы в целом не соответствует заданию. Имеются более двух существенных отклонений от требований в оформлении курсовой работы. Большое количество существенных ошибок по сути работы, много грамматических и стилистических ошибок и др. Полученные результаты не отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. При защите курсовой работы обучающийся демонстрирует слабое понимание программного материала. Курсовая работа не представлена преподавателю. Обучающийся не явился на защиту курсовой работы

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Контрольная работа

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся полностью и правильно выполнил задание контрольной работы. Показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями
«хорошо»		Обучающийся выполнил задание контрольной работы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении контрольной работы
«удовлетворительно»		Обучающийся выполнил задание контрольной работы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся не полностью выполнил задания контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений

Диктант по формулам

Одиннадцать формул, за каждый правильный ответ один балл. Перевод в четырехбалльную систему происходит следующим образом:

Число набранных баллов	Шкала оценивания
11 баллов	«отлично»
10 баллов	«хорошо»
9 баллов	«удовлетворительно»
меньше девяти баллов	«неудовлетворительно»

Тестирование

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«хорошо»		Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«удовлетворительно»		Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

Лабораторная работа

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа (отчет) оформлена аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»		Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Работа показывает знание обучающимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допущены неточности и небрежность в оформлении результатов работы (отчета)
«удовлетворительно»		Лабораторная работа выполнена с задержкой, письменный отчет с недочетами. Лабораторная работа выполняется и оформляется обучающимся при посторонней помощи. На выполнение работы затрачивается

		много времени. Обучающийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен. Результаты, полученные обучающимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

3.1 Типовые контрольные задания для выполнения контрольных работ

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для выполнения контрольных работ.

Образец типового варианта контрольной работы

«Тема 11. Фотоприемники на основе внутреннего фотоэффекта и их характеристики»

1. Дать краткую характеристику основных видов приемников оптического излучения. Какие виды фотоэлектронных приемников вы знаете?

Возможный вариант ответа: Физические приемники излучения разделяются на фотоэлектрические (фотонные), тепловые, фотохимические. Все фотоприёмники можно подразделить на две группы: с внешним фотоэффектом и с внутренним фотоэффектом.

2. Перечислить энергетические характеристики оптического излучения. Дать им определения.

Возможный вариант ответа: энергией фотона – $E = h\nu$; спектральная плотность энергии – энергия, приходящая на малый интервал длин волн; поток излучения -энергия переносимая, излучаемая иди поглощаемая в единицу времени; энергетическая освещенность (облученность) - характеризует плотность падающего на облучаемую поверхность светового потока; спектральные плотности энергетических характеристик излучения по длинам волн.

3. Что является основной характеристикой фотоприемника. Какие характеристики она определяет? Рассказать о них.

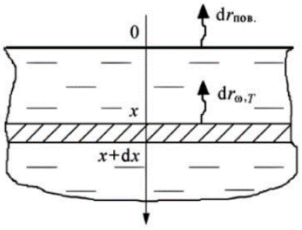
Возможный вариант ответа: основной функций любого фотоприемника является преобразование оптического излучения (оптического «сигнала») в какую-то другую форму, более удобную для последующей регистрации. Вольт - амперная характеристика отражает зависимость тока, проходящего в цепи фотоприемника, от напряжения на нем. Спектральная характеристика определяет реакцию фотоприемника на воздействие излучения с различной длиной волны. Энергетическая (световая) характеристика отражает зависимость фотоответа от интенсивности возбуждающего потока излучения (ампер - ваттная, вольт - ваттная, люкс - амперная характеристики). Энергетической характеристикой называют также зависимость интегральной или спектральной чувствительности приемника от интенсивности засветки. Температурные характеристики определяют зависимость ряда параметров (темновой ток, темновое сопротивление, чувствительность и др.) от температуры окружающей среды. Пороговые характеристики описывают способность фотоприемника реагировать на световые сигналы слабой интенсивности. В значительной степени эти характеристики определяются собственными шумами прибора. Частотные характеристики определяют зависимость фоточувствительности от частоты модуляции света. Они являются характеристикой инерционности фотоприемника.

4. Электронно-оптические преобразователи ИК диапазона. Принцип действия. Основные параметры. Область применения.

Возможный вариант ответа: В основе действия ЭОП лежит преобразование инфракрасного излучение в электронное изображение, осуществляемое с помощью фотокатода, а затем — электронного изображения в световое (видимое), получаемое на катодолюминесцентном экране. Изображение объекта проецируется на фотокатод с помощью объектива ЭОП. Основные характеристики ЭОП: чувствительность фотокатода, интегральная чувствительность фотокатода, коэффициент усиления света, разрешение ЭОП, отношение сигнал/шум. ЭОП применяются в инфракрасной технике (ИК), спектроскопии, медицине, микробиологии, ядерной физике, астрономии и других областях. Их используют при оптических и микроскопических исследованиях, для наблюдения малоконтрастных и слабоосвещённых объектов, для видения в темноте (при освещении объектов ИК-лучами) и т. д.

5. Покажите, что если тепловое излучение исходит из объема достаточно толстого слоя любого вещества, имеющего на единицу толщины испускательную способность $E_{\omega,T}$ и поглощательную способность $A_{\omega,T}$, то поверхность этого слоя излучает как абсолютно черное тело. При расчетах ограничиться рассмотрением излучения, распространяющегося в направлении, перпендикулярном поверхности слоя.

Возможный вариант ответа:



$$dr_{пов} = dr_{\omega,T}\exp\left(-A_{\omega,T}x\right) = E_{\omega,T}\exp\left(-A_{\omega,T}x\right)dx$$

$$r_{пов} = \int_0^\infty E_{\omega,T}\exp\left(-A_{\omega,T}x\right)dx = \frac{E_{\omega,T}}{A_{\omega,T}}\int_0^\infty \exp\left(-\xi\right)d\xi = \frac{E_{\omega,T}}{A_{\omega,T}}$$

$$\frac{E_{\omega,T}}{A_{\omega,T}} = r^*_{\omega,T}$$

$$r_{пов} = r^*_{\omega,T}$$

Образец типового варианта контрольной работы

«Тема 13. Люминесцентные и электронно-оптические преобразователи рентгеновского излучения и их характеристики»

1 вариант

1. Лавинные фотодиоды, временные и спектральные характеристики.

Возможный вариант ответа: Лавинные фотодиоды - высокочувствительные полупроводниковые приборы, преобразующие свет в электрический сигнал за счёт фотоэффекта. Их можно рассматривать в качестве фотоприёмников, обеспечивающих внутреннее усиление посредством эффекта лавинного умножения.

2. Кристаллические и пластмассовые сцинтилляторы.

Возможный вариант ответа: Сцинтиллятор может быть органическим (кристаллы, пластики или жидкости) или неорганическим (кристаллы или стекла). Пластиковые и жидкие сцинтилляторы представляют из себя растворы органических флуоресцирующих веществ в прозрачном растворителе. Например, твердый раствор антрацена в полистироле или жидкий раствор р-терфенила в ксилоле. Концентрация флуоресцирующего вещества обычно мала и регистрируемая частица возбуждает в основном молекулы растворителя. В дальнейшем энергия возбуждения передается молекулам флуоресцирующего вещества.

3. Кремневые фотоумножители.

Возможный вариант ответа: Фотоэлектронные умножители в импульсном режиме – например кремниевый фотоумножитель. Он представляет собой микропиксельный лавинный фотодиод, работающий в гейгеровском режиме и предназначенный для счета фотонов. Каждый

пиксель создает импульсный выходной сигнал при обнаружении единичного фотона. Общий выходной сигнал кремниевого фотоумножителя представляет собой сумму выходных сигналов с каждого пикселя. Кремниевые фотоумножители обладают высокой обнаружительной способностью необходимой для счета фотонов и используются в различных применениях, в которых требуется детектирование очень слабых световых сигналов на уровне единичных фотонов.

4. Импульс длительностью 10 нс, мощностью 10 МВт и напряжением 150 кВ подан на анод рентгеновской трубки. Определить минимальную длину волны, мощность рентгеновского излучения, если КПД достигает 0,8 %.

Ответ: $\lambda = 0{,}2$ нм, $P = 0{,}15$ мВт

5. Лазер мощностью 1 мВт излучает свет с длиной волны 632,8 нм. Вычислить поток квантов излучения.

Ответ: $31{,}8 \cdot 10^{14}$ Вт

3.2 Типовые контрольные задания на диктант по формулам

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для выполнения диктанта по формулам.

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для выполнения диктанта по формулам.

Образец типового варианта диктанта по формулам

«Тема 1. Электромагнитное излучение, его параметры и характеристики»

1. Запишите уравнения Максвелла для электромагнитного поля.

Ответ:

1 $$\begin{cases} \operatorname{rot}\vec{E} = -\dfrac{\partial \vec{B}}{\partial t}, \\ \operatorname{div}\vec{B} = 0; \end{cases}$$

2 $$\begin{cases} \operatorname{rot}\vec{B} = \mu_0 \varepsilon_0 \dfrac{\partial \vec{E}}{\partial t} + \mu_0 \vec{j}, \\ \operatorname{div}\vec{E} = \dfrac{\varrho}{\varepsilon_0}. \end{cases}$$

2. Запишите выражение для плоской электромагнитной волны.

Ответ:

$$\vec{H} = \vec{H}_0 \sin\left(\omega t - \vec{k}\vec{r} + \varphi_0\right);$$

3. Запишите выражения для сферической и цилиндрической электромагнитных волн.

Ответ:

$$\xi = \frac{A}{r}\cos(\omega t - kr)$$

$$\xi = \frac{A}{\sqrt{R}}\cos\left(\omega t - \vec{k}\vec{R}\right)$$

4. Запишите связь частоты и длины волны.

Ответ: $\lambda = c/\upsilon$

5. Запишите закон сохранение энергии для плоской световой волны в вакууме.

Ответ: $\frac{d\omega}{dt} = -\frac{d}{dz}\left(\frac{c}{4\pi}E_x H_y\right)$

6. Запишите выражение для яркости источника света

Ответ: $B = dI/dS_0 cos\theta$

7. Напишите формулу спектрального разложения некоторой функции времени в виде суммы гармонических колебаний.

Ответ: $E(t) = \sum_{n=0}^{\infty}(a_n cos\omega_n t + b_n sin\omega_n t)$

8. Запишите равенство Парсеваля

Ответ: $\int_{-\infty}^{\infty} f^2(t)dt = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty} S(\omega)d\omega$

9. Запишите формулы гауссова распределения интенсивности в поперечном сечении оптического пучка с плоским волновым фронтом.

Ответ: $I_0(r) = I_0 \exp(-\frac{r^2}{2\rho^2})$

10. Запишите формулу теоремы Виннера –Хинчера.

Ответ: $B(\tau) = \frac{1}{2}\int_{-\infty}^{\infty} S(\omega)e^{i\omega t}d\omega$, $S(\omega) = \frac{1}{\pi}\int_{-\infty}^{\infty} B(\tau)e^{-i\omega t}d\omega$

11. Запишите закон поглощения света

Ответ: $I = I_o e^{-kd}$

Образец типового варианта диктанта по формулам
«Тема 2. Законы теплового излучения»

1. Запишите выражение для интегральной энергетической светимости.

Ответ:

$$R_T = \int_0^{\infty} r_{\lambda,T} d\lambda = \int_0^{\infty} r_{\nu,T} d\nu$$

2. Запишите выражение для спектральной плотности энергетической светимости.

Ответ:

$$r_\lambda = \frac{d\,W_{изл}}{ds\,dt\,d\lambda}$$

3. Запишите закон Стефана-Больцмана.

Ответ:

$$R = \sigma T^4$$

4. Запишите первый закон Вина.

Ответ:

$$\lambda_m = \frac{b}{T}$$

5. Запишите второй закон Вина.

Ответ:

$$\varepsilon^m_{\lambda,T} = C \cdot T^5$$

6. Запишите закон Киргофа

Ответ:

$$\frac{r_{\lambda,T}}{a_{\lambda,T}} = f(\lambda, T)$$

7. Запишите условие равновесного излучения.

Ответ:

$$dP^{изл} = dP^{погл}$$

8. Запишите формулу Релея-Джинса

Ответ:

$$f_{\nu T} = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} < \varepsilon > = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} kT$$

9. Запишите формулу Планка.

Ответ:

$$R(\lambda, T) = \frac{2\pi c^2 h}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1}$$

10. Запишите формулу излучательной способности.

Ответ:

$$r_{\nu,T} = \frac{dW}{Std\nu}$$

11. Запишите формулу поглощательной способности

Ответ:

$$a_{\omega,T} = \frac{d\Phi'_{\omega}}{d\Phi_{\omega}}$$

3.3 Типовые контрольные задания для проведения тестирования

Фонд тестовых заданий по дисциплине содержит тестовые задания, распределенные по разделам и темам, с указанием их количества и типа.

Структура фонда тестовых заданий по дисциплине

Индикатор достижения компетенции	Тема в соответствии с РПД	Характеристика ТЗ	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ПК-1.2	Тема 1. Электромагнитное излучение, его параметры и характеристики	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-1.2	Тема 2. Законы теплового излучения	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-1.2	Тема 3. Квантовая теория излучения	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-1.2	Тема 4. Газовые и твердотельные лазеры теплового диапазона	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-1.2	Тема 5. Принцип действия и характеристики пирометров и болометров	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-1.2	Тема 6. Плазменные источники излучения оптического диапазона	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-1.2		Знание	2 – ОТЗ

	Тема 7. Полупроводниковые гетероструктурные светодиодные излучатели		2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-1.2	Тема 8. Газовые и твердотельные лазеры оптического диапазона	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-1.2	Тема 9. Фотоприемники на основе внешнего фотоэффекта и их характеристики	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-1.2	Тема 11. Фотоприемники на основе внутреннего фотоэффекта и их характеристики	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-1.2	Тема 12. Физика и техника генераторов рентгеновского излучения	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-1.2	Тема 13. Люминесцентные и электронно-оптические преобразователи рентгеновского излучения и их характеристики	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Итого	52 – ОТЗ 52 – ЗТЗ

Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом ФТЗ.

Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

Образец типового варианта итогового теста

1. При торможении электронов создаётся:

А	инфракрасное излучение
Б	ультрафиолетовое излучение
В	рентгеновское излучение
Г	радио излучение

Ответ: В

2. Тело, поглощающее всю падающую на его энергию при любой температуре, называется …

А	абсолютно черное тело
Б	тепловой накопитель
В	абсолютно белое тело
Г	тепловой излучатель

Ответ: А

3. Закон Стефана - Больцмана определяется следующим равенством:

А	$R_T = \sigma T^4$
Б	$\frac{r_{\lambda,T}}{\alpha_{\lambda,T}} = f(\lambda, T)$
В	$\lambda_{\max} = \frac{b}{T}$
Г	$r_{\lambda,T_{\max}} = cT^5$

Ответ: А

4. Поглощение света сопровождается

А	переходом атома из основного состояния в возбужденное
Б	переходом атома из возбужденного состояния в основное
В	переходом атома из возбужденного состояния в свободное
Г	переходом атома из свободного состояния в основное

Ответ: А

5. Люминесценция – это

А	неравновесное излучение вещества
Б	равновесное излучение вещества
В	равномерное излучение вещества
Г	неравномерное излучение вещества

Ответ: А

6. На чем основан принцип работы лазера

А	на явлении индуцированного излучения
Б	на явлении фотоэффекта
В	на движении фотонов
Г	а явлении теплового излучения

Ответ: А

7. Для фотодиодов с барьером Шотки по сравнению с фотодиодами на p-n переходе характерно:

А	повышенное быстродействие

Б	повышенный темновой ток
В	наличие чувствительности в средней ИК области
Г	необходимость прямого смещения для работы

Ответ: А

8. Для фотодиодов с барьером Шотки по сравнению с фотодиодами на p-n переходе характерно:

А	газовый разряд
Б	химические реакции
В	оптическое излучение
Г	рентгеновское излучение

Ответ: А

9. Твердотельные лазеры имеют:

А	трёх- и четырёхуровневую схему активной среды
Б	пяти- и шестиуровневую схему активной среды
В	одно- и двухуровневую схему активной среды
Г	двух- и трехуровневую схему активной среды

Ответ: А

10. Населённость верхнего уровня больше, чем нижнего называется…

Ответ: инверсия населенностей

11. Поток излучения Φ_e от источника типа ЧТ в форме отверстия площадью A_1 = 1 мм^2 с энергетической светимостью 0,5 Вт/мм^2 падает нормально на плоскость площадью A_2 = 3 мм^2 , находящуюся на расстоянии l = 1 м. Найти Φ_e, если плоскость отверстия и облучаемая плоскость параллельны. Указание: воспользоваться следствием из закона Ламберта.

Ответ: 0,5 мкВт

12. Вычислить монохроматические световые потоки $d\Phi_{v.1}$ (λ_1), $d\Phi_{v.2}$ (λ_2), $d\Phi_{v.3}$ (λ_3), источника излучения с линейчатым спектром на длинах волн λ_1 = 0,45 мкм , λ_2 = 0,55 мкм, λ_3 = 0,65 мкм, если каждый из соответствующих потоков излучения равен 2 Вт.

Ответ: 51,9 лм, 1359,2 лм, 146,2 лм

13. Определить энергетическую светимость ЧТ площадью 1 см^2 в спектральном диапазоне от 0,4 до 1 мкм, падающий на ПОИ с диаметром ФЧЭ 0,8 см, находящийся на расстоянии 10 м от ЧТ, в названном интервале спектра, если температура ЧТ равна T = 3000 К;

Ответ: 1261 кВт/м^2

14. Рассчитать спектральный коэффициент пропускания атмосферы на уровне моря по методу Эльдера-Стронга для длины волны 0,9 мкм при температуре воздуха 20^{0C}, относительной влажности f_B = 70% и длине трассы l = 1 км.

Ответ: τ = 90 %.

15. Пересчитать интегральную чувствительность кремниевого фотодиода ФД-24 К из световых ФМВ в энергетические по паспортному источнику типа "А" (ЧТ с температурой 2856 К).

Ответ: 0,102 А/Вт.

16. Определить коэффициент яркости ЭОП ЭП-15, если световая отдача экрана η_v = 15 Кд/Вт.

Ответ: 72.

17. Вычислить поток излучения Φ_e, падающий на плоскость площадью 5 мм^2, расположенную на расстоянии 2 м от точечного источника, если его сила излучения равна 2Вт/ср, а угол падения излучения на плоскость составляет 30°.

Ответ: 2,17 мкВт.

18. ЧТ имеет температуру ТЧТ = 2500 К и диаметр $d_{ЧТ}$ = 0,5 см. Определить долю излучения ЧТ в интервале от 0,7 до 4 мкм.

Ответ: 88,71 %.

3.4 Типовые задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Лабораторная работа "Комптоновское рассеяние"»

Цель работы: экспериментальное подтверждение закономерностей эффекта Комптона с помощью виртуальной модели, экспериментальное определение комптоновской длины волны электрона с помощью виртуальной модели.

Приборы и принадлежности: персональный компьютер, компьютерные модели «Открытая физика 1.1».

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Запустите на компьютере программу «Открытая физика 1.1», на экране монитора выберите раздел «Квантовая физика», затем «Комптоновское рассеяние».
2. Подведите маркер мыши к движку регулятора длины волны падающего рентгеновского излучения и установите первое значение длины волны из таблицы 2, соответствующее номеру Вашей бригады, и запишите его в таблицу 1.
3. Подведите маркер мыши к движку регулятора угла приема рассеянного рентгеновского излучения и установите первое значение, равное 60°, из таблицы 1.
4. Нажмите мышью кнопку «Старт» вверху экрана.
5. По картине измеренных значений определите длину волны λ' рассеянного излучения. Запишите в таблицу 1 значения λ' и импульса электрона отдачи p_e.
6. Изменяйте угол наблюдения с шагом 10° и записывайте измеренные значения λ' и p_e в соответствующие строки таблицы 1.
7. Заполнив все строки таблицы 1, измените значение длины волны падающего излучения в соответствии со следующим значением для Вашей бригады из таблицы 2. Повторите п. 1-5, заполняя сначала таблицу 3, а затем таблицу 4 (аналогичные таблице 1).
8. Вычислите и запишите в таблицы 1, 3 и 4 величины (1 - cosθ). Постройте график

зависимости изменения длины волны ($\Delta\lambda$) от разности (1 - cosθ) для каждой серии измерений.

9. Определите по наклону каждого графика значение комптоновской длины волны электрона.
10. Рассчитайте энергию электрона отдачи по формуле и внесите значение в таблицы 1, 3 и 4.
11. Проанализируйте полученные результаты и графики.

Таблица 1

Результатыизмерений для длины волны

Номер измерения.	θ,град	λ', пм	Ре	1 - соз θ	Е, Дж	($\Delta\lambda$, пм
1	60					
2	70					
11	160					

Таблица 2

Номер бригады	Длина волны падающего рентгеновского излучения (пм)		
1, 5	30	50	70
2, 6	35	55	80
3, 7	40	60	90
4, 8	45	65	100

Контрольные вопросы

1. Запишите формулу для эффекта Комптона и дайте его определение.
2. Какие законы сохранения выполняются при взаимодействии фотона с электроном в эффекте Комптона? Запишите их.
3. Сравните поведение фотонов при взаимодействии с электронами в эффекте Комптона и фотоэффекте.
4. Почему эффект Комптона не наблюдается при рассеянии фотонов на электронах, сильно связанных с ядром атома?
5. Как изменяется энергия фотона при его комптоновском рассеянии?
6. Как изменяется энергия электрона при его комптоновском рассеянии?

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Лабораторная работа "Упругое рассеяние нерелятивистской частицы в отсутствии силовых полей"»

Цель работы: исследование на виртуальной модели зависимости угла рассеяния нерелятивистской частицы на неподвижном твёрдом шаре от прицельного параметра рассеяния при различных соотношениях масс снаряда и мишени.

Приборы и принадлежности: персональный компьютер, компьютерные модели «Открытая физика 1.1».

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Запустите на компьютере программу «Открытая физика 1.1», на экране монитора выберите «Механика», затем «Соударение упругих шаров».
2. Внимательно рассмотрите картинку в средней части монитора. Найдите регуляторы с

движками, задающие массу снаряда и мишени, начальную скорость снаряда V и прицельней параметр.

3. С помощью движков регуляторов установите массы соударяющихся тел, соответствующие значению масс, указанных в таблице для вашей бригады. Тем же методом установите значение начальной скорости снаряда V, указанной в таблице для Вашей бригады значение массы соударяющихся шаров и начальной скорости снаряда

№ бр	M1 кг	M2 кг	V, м/с	№ бр	M1 кг	M22, кг	V, м/с
1	1	2	5	5	2,5	5	4
	2	1			5	2,5	
2	2	6	6	6	1,5	4,5	3
	6	2			4,5	1,5	
3	1	4	7	7	1,5	3	2
	4	1			3	1,5	
4	1	5	8	8	2	4	1
	5	1			4	2	

4. С помощью регулятора, задающего значение прицельного параметра, установите значение данной величины, равное 2 м, и занесите данное значение в таблицу.
5. Нажмите кнопку «Старт» и проследите за движением шаров.

Номер измерения	Первая серия измерений (M1 < M2) m_1 = кг, m_2 = кг		Вторая серия измерений (M1 > M2) m_1 = кг , m_2 = кг	
	a	θ	a	θ
1				
2				

6. Запишите в таблицу значения угла рассеяния θ, значение которого высвечивается на экране монитора в верхнем белом окошке.
7. Увеличьте значение прицельного параметра a на 0,1 м и полученное значение запишите в таблицу 2.
8. Повторяйте п.п. 4-6, пока значение прицельного параметра *ё* не станет равным 2 м.
9. С помощью движков регуляторов масс установите второе значение масс $т_1$ и $т_2$, взятых из таблицы 1 для Вашей бригады.
10. Повторите п.п. 3-7.
11. Постройте соответствующие графики зависимости, соответствующие двум сериям измерений.
12. Используя полученные графики, опишите характер зависимости прицельного параметра от угла рассеянияв рассматриваемых случаях: снаряд легче мишени, снаряд тяжелее мишени
13. Графически покажите на полученных графических зависимостях диаметры сечений рассеяния.
14. Используя данные угла рассеяния из таблицы серии измерений, когда снаряд тяжелее мишени $m_1 > m_2$, найдите среди них максимальное значение угла рассеяния.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение рассеянию частиц. Приведите примеры рассеяния частиц.
2. Какими основными параметрами характеризуется рассеяние частиц. Дайте им определения, поясните их физический смысл, укажите единицы измерения.

3. Какие значения могут принимать углы рассеяния, когда снаряд легче мишени, когда снаряд тяжелее мишени? Ответ докажите графическими построениями векторов скорости до и после соударения.
4. Какой вид имеет сечение рассеяния, если центр рассеяния имеет радиально симметричную форму?
5. Каков максимальный радиус сечения рассеяния в данной лабораторной работе? Как изменится радиус сечения рассеяния, если соударяющимся частицам сообщить положительные электрические заряды?

3.5 Типовое задание для выполнения курсовой работы

Типовые задания выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец задания для выполнения курсовой работы и примерный перечень вопросов для ее защиты.

Образец типового задания для выполнения курсовой работы

1. Широкополосный фотоприемник на основе фотоэлектроного умножителя

Задача: рассчитать основные параметра и характеристики полупроводникового фотодиода ФД-24К.

Образец типовых вопросов для защиты курсовых работ

1 Какие параметры полупроводникового фотодиода ФД-24К.
2 Какими характеристиками обладает полупроводниковый фотодиод ФД-24К.
3 Назовите режимы работы фотодиода.
4 Покажите вольт-амперную зависимость фотодиода.
5 Расскажите принцип действия фотодиодов ФД-24К.
6 Какова конструкция фотодиодов ФД-24К.

Образец типового задания для выполнения курсовой работы

2. Широкополосный фотоприемник на основе фотодиода ФД-24К.

Задание: рассчитать спектр порогового потока и пороговой чувствительности приемника.

Образец типовых вопросов для защиты курсовых работ

1. Что такое порог потока приемника и как его рассчитать?
2. Как рассчитать пороговую чувствительность приемника?
3. Расскажите принцип действия широкополосного фотоприемника на основе фотодиода ФД-24К.
4. Какова конструкция широкополосного фотоприемника на основе фотодиода ФД-24К.
5. Назовите параметры и характеристики широкополосного фотоприемника на основе фотодиода ФД-24К.

Образец типового задания для выполнения курсовой работы

3. Широкополосный фотоприемник на основе p-i-n фотодиода.

Задание: рассчитать фототок приемника с учетом и без учета поверхностной рекомбинации фотоносителей с ЧЭ.

Образец типовых вопросов для защиты курсовых работ

1. Напишите формулу для расчета фототок приемника с учетом поверхностной рекомбинации фотоносителей с ЧЭ
2. Напишите формулу для расчета фототок приемника без учета поверхностной рекомбинации фотоносителей с ЧЭ

3. Расскажите принцип действия фотоприемник на основе p-i-n фотодиода.
4. Какова конструкция фотоприемник на основе p-i-n фотодиода.
5. Назовите параметры и характеристики фотоприемник на основе p-i-n фотодиода

3.6 Перечень теоретических вопросов к экзамену

(для оценки знаний)

Раздел 1. «Основы теории излучения и взаимодействия излучения с веществом»

1. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля.
2. Теорема Умова – Пойнтинга.
3. Параметры и характеристики электромагнитного излучения
4. Энергетические параметры теплового излучения. Абсолютно черное тело.
5. Законы теплового излучения черного тела.
6. Закон Кирхгофа теплового излучения.
7. Закон Стефана-Больцмана АЧТ. Законы Вина.
8. Формула Рэлея-Джинса, Ультрафиолетовая катастрофа.
9. Классический и квантовый осциллятор.
10. Энергия фотонов. Формула Планка.

Раздел 2. «Источники и приемники теплового излучения»

11. Способы создания инверсной населенности в газовых лазерах
12. Атомарные и молекулярные инфракрасные лазеры.
13. Инфракрасные лазеры на кристаллических средах, легированные редкоземельными металлами.
14. Нелинейное самосложение частот в активной среде инфракрасного лазера.
15. Параметрические генераторы света (ПГС) в ИК диапазоне.
16. Принцип действия и устройство болометра.
17. Оптика и электронные схемы болометров
18. Принцип действия и устройство пирометра.
19. Методы пирометрии.
20. Параметры и области применения болометров и пирометров

Раздел 3. «Источники и приемники оптического излучения»

21. Вольт-амперная характеристика несамостоятельного разряда в газе
22. Газоразрядные лампы высокого и низкого давления.
23. Схематическое представление зонной двойной гетероструктуры светодиода.
24. Конструкции и параметры светодиодных излучателей.
25. Газовые лазеры оптического диапазона.
26. Полупроводниковые лазеры с двойной гетероструктурой.
27. Стационарный и импульсный режим работы твердотельного лазера.
28. Перестраиваемые по длинам волн твердотельные лазеры.
29. Режимы работы и вольт-амперная зависимость фотодиода.
30. Принцип действия, конструкции, технологии и параметры p-i–n фотодиодов.
31. Принцип действия, конструкции, технологии и параметры лавинных фотодиодов.
32. Предельная чувствительность и динамический диапазон фотодиодов.
33. Интегральные многоэлементные p-i–n и лавинные фотодиоды, их характеристики.

Раздел 4. «Источники и детекторы рентгеновского излучения»

34. Физические основы тормозного и характеристического рентгеновского излучения.
35. Устройство генератора рентгеновского излучения.
36. Устройство рентгеновской трубки, коротковолновая граница рентгеновского излучения.
37. Материалы и конструкции анодов и анодное напряжение рентгеновских трубок.

38. КПД генераторов рентгеновского излучения.
39. Физические основы рентгенолюминесценции.
40. Твердотельные рентгенолюминофоры и их характеристики.
41. Сцинтилляторы и люминесцентные экраны рентгеновского изображения
42. Конструкции и характеристики электронно-оптических преобразователей.
43. Многокаскадный ЭОП, ЭОП с микроканальным усилителем яркости.

3.7 Перечень типовых простых практических заданий к экзамену

(для оценки умений)

1. Определить энергию фотона, излучаемого атомом водорода при переходе электрона с третьего энергетического уровня на первый, а также длину электромагнитной волны, соответствующую этому фотону.
2. Гамма-фотон с длиной волны $\lambda_1 = 1{,}2\,пм$ в результате комптоновского рассеяния на свободном электроне отклонился от первоначального направления на угол $\theta = 60°$. Определить кинетическую энергию и импульс электрона отдачи. До столкновения электрон покоился.
3. Определить энергию фотона, если последний получил ускорение в электрическом поле с напряженностью 200 В/см на дистанции 10 см.
4. Для немодулированного света с длиной волны λ = 0,6 мкм имеем поток излучения Φ_e = 1 Вт. Определить поток фотонов.
5. Для немодулированного света с длиной волны λ = 0,61 мкм имеем поток излучения $\Phi_Ф$ = 200 лм. Определить поток фотонов.
6. Одиночный ультракороткий импульс излучения неодимового лазера (λ = 1,06 мкм) с энергией W = 30 мДж и длительностью t = 20 пс сфокусирован на площади A = 0,02 см^2. Определить энергетическую освещенность.
7. Пусть имеется световой поток $\Phi_ф$ = 40 лм на длине волны λ = 0,6 мкм. Определим поток излучения в ваттах.
8. На слой калия в фотоэлементе падают ультрафиолетовые лучи с длиной волны $\lambda = 240\,нм$. Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужна задерживающая разность потенциалов не менее U = 3 В. Определить работу выхода в электрон-вольтах.
9. Фотоэлемент Ф-5 с кислородно-серебряно-цезиевым фотокатодом паспортизовался по источнику типа "А" с температурой 2856 К при полосе пропускания усилительного тракта 160 Гц. Найти: порог чувствительности фотоэлемента в заданной полосе частот для излучения паспортного источника в световых ФМВ. Указание: считать преобладающим дробовой шум.
10. Фотоумножитель ФЭУ-28 с кислородно-серебряно-цезиевым фотокатодом паспортизовался по источнику типа "А" с температурой 2856 К. Найти удельный порог чувствительности фотоумножителя для излучения ЧТ с температурой 2360 К в световых и энергетических ФМВ.
11. На поверхность металла падает излучение с длиной волны 280 нм. При некотором задерживающем напряжении фототок прекращается. При изменении длины волны на 20 нм задерживающий потенциал пришлось увеличить на 0,34 В. Определить заряд электрона, считая постоянную Планка и скорость света известными.
12. Рекомбинационное время жизни неосновных носителей заряда фотодиода τ = 2 нс. При протекании постоянного тока оптическая выходная мощность равна P_{dc} = 200 мкВт. Определить выходную мощность P_f, когда сигнал через диод модулирован на частоте 200 МГц.
13. Эффективность преобразования внешней (электрической) мощности планарного GaAs светодиода η равна 2 % при прямом токе I = 30 мА и разности потенциалов U = 2,1 В. Оценить генерируемую прибором оптическую мощность P_i, если коэффициент отражения R на границе GaAs-воздух равен R = 0,8. Коэффициент преломления GaAs n = 3,6.

14. Оценить эффективность преобразования внешней мощности планарного GaAs светодиода η, когда внутренняя оптическая мощность P_i составляет 40% от приложенной электрической мощности. Коэффициент преломления GaAs n = 3.
15. Рекомбинационное время жизни неосновных носителей заряда фотодиода τ = 2 нс. При протекании постоянного тока оптическая выходная мощность равна P_{dc} = 200 мкВт. Определить выходную мощность P_f, когда сигнал через диод модулирован на частоте 30 МГц.
16. Ширина запрещенной зоны слаболегированного GaAs при комнатной температуре 1,43 эВ. Когда материал сильно легирован (до вырождения) появляются "хвосты состояний", которые эффективно уменьшают ширину запрещенной зоны на 6%. Определить разницу в излучаемой длине волны света в случае слабого и сильного легирования.
17. Идеальный фотодиод (т.е. с квантовым выходом равным 1) освещается излучением мощностью P = 20 мВт при длине волны 0.8 мкм. Рассчитать ток и напряжение на выходе прибора, когда детектор используется в режиме соответственно фототока и фотоЭДС. Ток утечки при обратном смещении I_0 = 20 нА, рабочая температура T = 320 К.
18. Фотодиод на основе *p-n* перехода имеет квантовый выход 40 % на длине волны 0,8 мкм. Рассчитать чувствительность R, поглощенную оптическую мощность P (I_p = 1 мкА) и число фотонов, поглощенных в секунду на этой длине волны r_p.
19. Лавинный фотодиод с коэффициентом умножения M = 30 работает на длине волны λ = 1,3 мкм. Рассчитать квантовый выход и выходной фототок прибора, если его чувствительность R на этой длине волны равна 0,5 А/Вт при потоке 10^{10} фотонов/с.
20. Эффективность преобразования внешней (электрической) мощности планарного GaAs светодиода η равна 4% при прямом токе I = 40 мА и разности потенциалов U = 2,2 В. Оценить генерируемую прибором оптическую мощность P_i, если коэффициент отражения R на границе GaAs-воздух равен R = 0,8. Коэффициент преломления GaAs n = 3,6.
21. Идеальный фотодиод (т.е. с квантовым выходом равным 1) освещается излучением мощностью P = 10 мВт при длине волны 0.8 мкм. Рассчитать ток и напряжение на выходе прибора, когда детектор используется в режиме соответственно фототока и фотоЭДС.. Ток утечки при обратном смещении I_0 = 20 нА, рабочая температура T = 290 К.
22. Фотодиод на основе *p-n*-перехода имеет квантовый выход 25 % на длине волны 0,85 мкм. Рассчитать чувствительность R, поглощенную оптическую мощность P (I_p = 1 мкА) и число фотонов, поглощенных в секунду на этой длине волны r_p.
23. Напряжение на аноде рентгеновской трубке составляет 100 кВ, анодный ток 10 мА, КПД 0,6%. Найти максимальную энергию фотонов и мощность рентгеновского излучения.
24. Импульс длительностью 10 нс, мощностью 10 МВт и напряжением 150 кВ подан на анод рентгеновской трубки. Определить минимальную длину волны, мощность рентгеновского излучения, если КПД достигает 0,8 %.

3.8 Перечень типовых практических заданий к экзамену

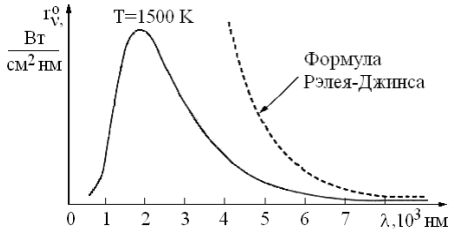
(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. Уравнение плоской волны имеет вид

$$A(r,t) = \frac{A_0}{r} \cdot \cos(\omega t - \beta r),$$

показать уравнение, описывающее волновой фронт плоской волны. Указать параметры фазы для бегущей и отраженной волны.

2. Из графика зависимости спектральной излучательной способности АЧТ, полученной путем измерений рассчитать константы Вина.



3. При каких частотах ν формула Планка

$$r_{\nu}^{0} = \frac{2\pi\nu^{2}}{c^{2}} \frac{h\nu}{exp\left(\frac{h\nu}{kT}\right) - 1}.$$

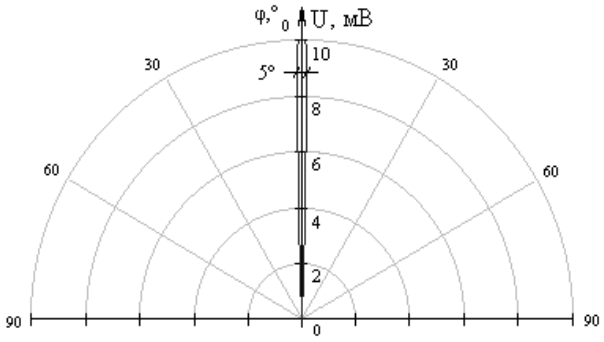
практически совпадает с формулой Вина.

4. Распределение Больцмана для термодинамически равновесной газовой и твердотельной среды ($n_1 > n_2$) имеет вид:

$$\frac{n_2}{n_1} = e^{-(E_2 - E_1)/kT}.$$

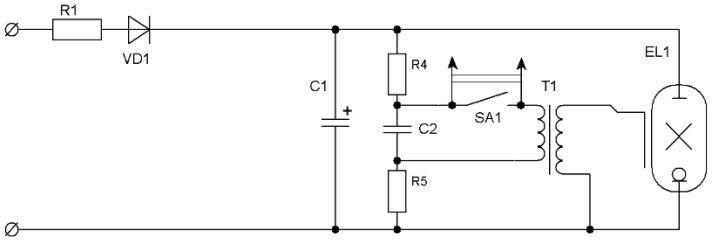
Оценить значение температуры для активной (лазерной) среды с достигнутой инверсной населенностью.

5. Диаграмма направленности болометрического устройства БП-2М

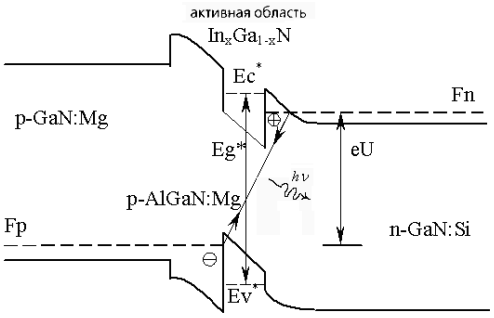


Найти диаметр пятна эффективной чувствительности данного болометра на дистанции теплового контроля 1,8 м.

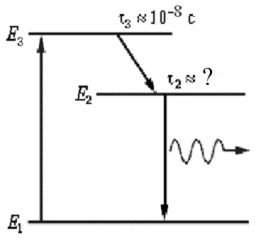
6. Рассчитать мощность резистора R_1 импульсной ксеноновой лампы, если энергия вспышки 1 Дж, частота следования 5 Гц, длительность импульса 1 мкс.



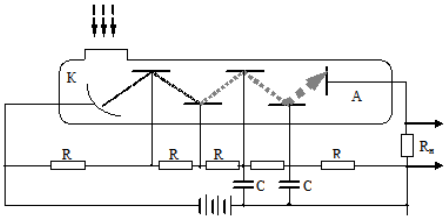
7. Оценить величину потенциального барьера для электронов ΔE_c и дырок ΔE_v двойной полупроводниковой гетероструктуры светодиода, если инжектированные электроны, и дырки перестают диффундировать и рекомбинируют в активном слое с испусканием фотонов – волнистая стрелка (рис).



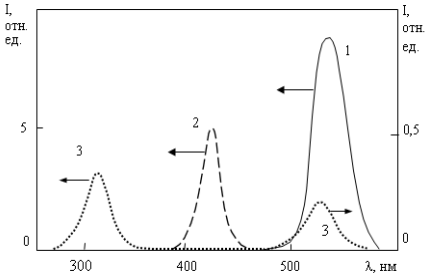
8. Оценить время жизни электронов τ_2 на энергетическом уровне E_2 при достижении условия генерации лазернго излучения, если длительность импульса ламповой накачки около 1 мкс.



9. Рассчитать величину емкостей C, если импульсный (200 нс) анодный ток 20 мА, сопротивление нагрузки 50 Ом, напряжение между последним динодом и анодом 200 В. ФЭУ работает в линейном режиме.



10. По данным (рис) оценить во сколько раз эффективность рентгенолюминесцентного датчика NaI:Tl выше, чем у CsI:Tl в области 520 -580 нм, если излучательное время NaI:Tl составляет 220 нс, CsI:Tl -10 мкс.



Спектры временных компонентов кристаллов $Ce:Y_3Al_5O_{12}$ (1), NaI:Tl (2) и CsI:Tl (3), измеренных за один импульс. Экспозиция 50 нс

4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Контрольная работа	Преподаватель на установочном занятии доводит до обучающихся: темы, количество заданий в контрольной работе. Контрольная работа должна быть выполнена в установленный срок и в соответствии с правилами к оформлению (текстовой и графической частей), сформулированными в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» в последней редакции. Выполненная контрольная работа передается для проверки преподавателю в установленные сроки. Если контрольная работа выполнена не в соответствии с указаниями или не в полном объеме, она возвращается на доработку
Диктант по формулам	Диктант по формулам проводится во время практических занятий. Во время проведения диктанта пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения диктанта, доводит до обучающихся: тему, количество заданий в диктанте, время выполнения
Тестирование (компьютерные технологии)	Тестирование проводится по результатам освоения тем или разделов дисциплины или по окончанию ее изучения во время практических занятий. Во время проведения тестирования пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения теста, доводит до обучающихся: темы, количество заданий в тесте, время выполнения. Результаты тестирования видны обучающемуся на компьютере сразу после прохождения теста
Лабораторная работа	Защита лабораторных работ проводится во время лабораторных занятий. Во время проведения защиты лабораторной работы пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями не разрешено. Преподаватель на лабораторной работе, предшествующей занятию проведения защиты лабораторной работы, доводит до обучающихся: номер защищаемой лабораторной работы, время на защиту лабораторной работы. Преподаватель информирует обучающихся о результатах защиты лабораторной работы сразу после ее контрольно-оценочного мероприятия
Курсовая работа	Ход выполнения разделов курсовой работы в рамках текущего контроля оценивается преподавателем исходя из объемов выполненных работ в соответствие со шкалами оценивания. Преподаватель информирует обучающихся о результатах оценивания выполнения курсового проекта сразу после контрольно-оценочного мероприятия. В ходе защиты курсовой работы обучающийся делает доклад протяженностью 5 – 7 минут. Преподаватель ставит окончательную оценку за курсовую работу после завершения защиты, учитывая уровень ее защиты

Для организации и проведения промежуточной аттестации составляются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

Перечень теоретических вопросов и типовые практические задания разного уровня сложности для проведения промежуточной аттестации обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме экзамена и оценивания результатов обучения

Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем устного собеседования по билетам или в форме компьютерного тестирования.

При проведении промежуточной аттестации в форме собеседования билеты составляются таким образом, чтобы каждый из них включал в себя теоретические вопросы и практические задания.

Билет содержит: два теоретических вопроса для оценки знаний. Теоретические вопросы выбираются из перечня вопросов к экзамену; два практических задания: одно из них для оценки умений (выбирается из перечня типовых простых практических заданий к экзамену); другое практическое задание для оценки навыков и (или) опыта деятельности (выбираются из перечня типовых практических заданий к экзамену).

Распределение теоретических вопросов и практических заданий по экзаменационным билетам находится в закрытом для обучающихся доступе. Разработанный комплект билетов (25-30 билетов) не выставляется в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике фондов оценочных средств.

На экзамене обучающийся берет билет, для подготовки ответа на экзаменационный билет обучающемуся отводится время в пределах 45 минут. В процессе ответа обучающегося на вопросы и задания билета, преподаватель может задавать дополнительные вопросы.

Каждый вопрос/задание билета оценивается по четырехбалльной системе, а далее вычисляется среднее арифметическое оценок, полученных за каждый вопрос/задание. Среднее арифметическое оценок округляется до целого по правилам округления

При проведении промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования вариант тестового задания формируется из фонда тестовых заданий по дисциплине случайным образом, но с условием: 50 % заданий должны быть заданиями открытого типа и 50 % заданий – закрытого типа.

Образец экзаменационного билета

ИРГУПС 20__-20__ учебный год	**Экзаменационный билет № 1** **по дисциплине «<u>Источники и приемники излучения</u>»**	Утверждаю: Заведующий кафедрой «_____» ИрГУПС _____

1. Энергетические параметры теплового излучения. Абсолютно черное тело.
2. Устройство рентгеновской трубки, коротковолновая граница рентгеновского излучения.
3. Лавинный фотодиод с коэффициентом умножения M = 30 работает на длине волны λ = 1,3 мкм. Рассчитать квантовый выход и выходной фототок прибора, если его чувствительность R на этой длине волны равна 0,5 А/Вт при потоке 10^{10} фотонов/с.
4. При каких частотах ν формула Планка

$$r_{\nu}^{0} = \frac{2\pi\nu^{2}}{c^{2}} \frac{h\nu}{exp\left(\frac{h\nu}{kT}\right) - 1}.$$

практически совпадает с формулой Вина.