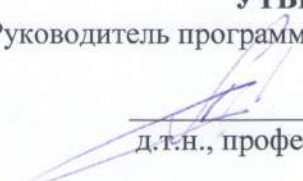


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель программы аспирантуры


В.П. Первадчук
д.т.н., профессор кафедры ПМ

« 17 » « МАЯ » 2022 г.

Рабочая программа дисциплины по программе аспирантуры

«Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы»

Научная специальность	2.2.6. Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Прикладная математика (ПМ) Общая физика (ОФ)
Форма обучения	Очная
Курс: 3	Семестр (ы): 5
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен: 5	Зачет: Диф.зачет

Пермь 2022

1. Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 N 951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)";
- Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 N 2122 "Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)";
- Самостоятельно устанавливаемые требования к реализуемым программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Пермского национального исследовательского политехнического университета;
- Базовый план по программе аспирантуры;
- Паспорт научной специальности.

1.1 Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

1.2 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы» является обязательной дисциплиной образовательного компонента плана аспиранта.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 2.2.6. - Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы.

Кандидатский экзамен представляют собой форму оценки степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата наук к проведению научных исследований по конкретной научной специальности и отрасли науки, по которой подготавливается или подготовлена диссертация.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

Знать:

- методы критического анализа научной проблемы и современными подходами ведения научно-исследовательских работ;
- принципы работы, точностные характеристики и быстродействие различных систем сканирования сфокусированного лазерного излучения;
- принципы построения и характеристики объективов, используемых для формирования изображения и фокусировки лазерного излучения в оптических и оптико-электронных приборах и комплексах;
- принципы работы и характеристики типичных опто-электронных блоков и компонентов, используемых в оптических и оптико-электронных приборах и комплексах;
- основные химико-физические процессы, связанные с воздействием лазерного излучения на вещество;
- основные физические процессы при воздействии лазерного излучения на вещество на микромасштабах;
- характеристики и принципы работы лазеров;
- теоретические основы воздействия лазерного излучения на вещество;
- технику эксперимента и основы базовых лазерных технологий.

Уметь:

- получать целостное представление о значимости и актуальности работы;
- применять основные математические и физические методы, используемые в оптических спектральных системах;
- проводить исследовательские работы с лазерным излучением;
- применять методы оценки теплового воздействия лазерного излучения на металлы, полупроводники и диэлектрики;
- уметь проводить измерения свойств, обработанных лазером образцов, на различных приборах;
- безопасно проводить работы с технологическими лазерами и лазерными системами.

Владеть:

- навыками постановки и проведения научных исследований;
- методикой разработки математических и физических моделей исследуемых процессов, относящихся к оптическим и оптико-электронным приборам и комплексам;
- методикой проведения исследовательских работ с лазерным излучением;
- навыками проведения экспериментальных исследований с лазерным излучением.

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч
		5 семестр
1	Аудиторная работа	20
	В том числе:	
	Лекции (Л)	5
	Практические занятия (ПЗ)	6
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	9
	Самостоятельная работа (СР)	88
	Форма итогового контроля:	Кандидатский экзамен

4. Содержание учебной дисциплины

4.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Раздел 1. «Квантовая оптика»

(Л – 1, ПР - 2, СР – 22)

Тема 1. Основы теории поглощения и испускания электромагнитных волн. Энергетические уровни. Поглощение. Спонтанное излучение. Вынужденное излучение. Вероятности поглощения и вынужденного излучения. Разрешенные и запрещенные переходы. Сечение поглощения. Коэффициенты поглощения и усиления. Эффект насыщения. Инверсия населенности. Усиленное спонтанное излучение.

Раздел 2. «Физика лазеров»

(Л – 1, ПР - 1, СР – 22)

Тема 2. Принцип действия и устройство лазера. Усиление и генерация электромагнитного излучения. Способы возбуждения активных сред. Оптические резонаторы. Свойства лазерного излучения. Спектральная ширина, модовая структура, монохроматичность, пространственная и временная когерентность, расходимость, выходная мощность и яркость.

Тема 3. Режимы работы лазера. Непрерывный режим. Нестационарный режим. Модуляция добротности. Синхронизация мод. Типы лазеров, их особенности. Твердотельные лазеры. Газовые лазеры. Полупроводниковые лазеры. Лазеры на свободных электронах. Рентгеновские лазеры.

Раздел 3. «Взаимодействие лазерного излучения с веществом» и «Лазерная спектроскопия»

(Л – 1, ПР - 1, СР – 22)

Тема 4. Физическое взаимодействие лазерного излучения с веществом. Поглощение, рассеяние, дисперсия световых волн лазерного излучения, нагревание, разрушение металлов, полупроводников и диэлектриков.

Тема 5. Принципы лазерной спектроскопии. Насыщение населённости уровней энергии. Однородное и неоднородное уширение спектральной линии. Спектроскопия бездоплеровского уширения. Активная лазерная спектроскопия.

Раздел 4. «Оптоэлектроника»

(Л – 2, ПР - 2, СР – 22)

Тема 6. Полупроводниковые некогерентные источники фотонов. Светоизлучающие диоды. Инжекционная электролюминесценция. Характеристики СИД. Материалы и структуры устройств. Полупроводниковые оптические усилители. Усиление и ширина полосы. Накачка. Гетероструктуры. Структуры с квантовыми ямами. Сверхлюминесцентные диоды.

Тема 7. Лазерные полупроводниковые диоды. Усиление, обратная связь и генерация. Мощность и коэффициент преобразования. Спектральные и пространственные характеристики. Квантово-размерные лазеры и лазеры с микрорезонаторами. Квантово-размерные лазеры. Лазеры с микрорезонаторами. Материалы и структуры устройств.

Тема 8. Приемники излучения оптического диапазона. Фоторезисторы. Фотодиоды. Фототранзисторы. Барьер Шотки. Гетеропереход. Внешний и внутренний фотоэффект. Общие свойства. Фотопроводники. Собственные полупроводники. Примесные материалы. р-п-Фотодиод, р-и-п-Фотодиод. Лавинные фотодиоды. Усиление и токовая чувствительность, время отклика. Лавинные диоды для регистрации одиночных фотонов (SPAD). Матричные детекторы.

Тема 9. Шум в фотодетекторах. Фотоэлектронный шум. Шум усиления. Шум схемы. Отношение сигнал—шум и обнаружительная способность приемника. Частота появления ошибочных битов и обнаружительная способность приемника. Мощность, эквивалентная шуму. Гетеродинный прием оптических сигналов. Фотоэлектрические приемники изображения.

4.2. Перечень тем практических занятий

Таблица 2

Темы практических занятий (из пункта 4.1)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Энергетические уровни. Поглощение. Спонтанное излучение. Вынужденное излучение. Вероятности поглощения и вынужденного излучения. Разрешенные и запрещенные переходы. Сечение поглощения	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	2	Усиление и генерация электромагнитного излучения. Способы возбуждения активных сред. Оптические	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих

		резонаторы. Свойства лазерного излучения.		заданий.
3	3	Непрерывный режим. Нестационарный режим. Модуляция добротности. Синхронизация мод.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
4	4	Поглощение, рассеяние, дисперсия световых волн лазерного излучения, нагревание, разрушение металлов, полупроводников и диэлектриков	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
5	5	Насыщение населённости уровней энергии. Однородное и неоднородное уширение спектральной линии	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
6	6	Полупроводниковые некогерентные источники фотонов. Светоизлучающие диоды. Инжекционная электролюминесценция	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
7	7	Лазерные полупроводниковые диоды. Усиление, обратная связь и генерация. Мощность и коэффициент преобразования	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
8	8	Приемники излучения оптического диапазона. Фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы. Барьер Шотки. Гетеропереход. Внешний и внутренний фотоэффект	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
9	9	Шум в фотодетекторах. Фотоэлектронный шум. Шум усиления. Шум схемы. Отношение сигнал—шум и обнаружительная способность приемника	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

4.3. Перечень тем для самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 3

Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Коэффициенты поглощения и усиления. Эффект насыщения,	Собеседование	Вопросы по темам / разделам

		инверсия населенности. Усиленное спонтанное излучение		дисциплины
2	2	Изучение влияния на режим работы лазера параметров резонатора, накачки, «затворов» и др.	Творческое задание	Темы творческих заданий
3	3	Определение параметров резонатора, накачки, «затворов» и др. компонентов лазера для получения необходимого режима работы	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
4	4	Дисперсия световых волн лазерного излучения, нагревание, разрушение металлов, полупроводников и диэлектриков	Творческое задание	Темы творческих заданий
5	5	Спектроскопия бездоплеровского уширения. Активная лазерная спектроскопия	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
6	6	Характеристики СИД. Материалы и структуры устройств. Полупроводниковые оптические усилители. Усиление и ширина полосы; Накачка. Гетероструктуры. Структуры с квантовыми ямами. Сверхлюминесцентные диоды	Творческое задание	Темы творческих заданий
7	7	Спектральные и пространственные характеристики. Квантово-размерные лазеры и лазеры с микрорезонаторами. Квантово-размерные лазеры. Лазеры с микрорезонаторами. Материалы и структуры устройств	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
8	8	Общие свойства: Фотопроводники, собственные полупроводники. Примесные материалы. p-n-Фотодиод, p-i-n-Фотодиод. Лавинные фотодиоды, усиление и токовая чувствительность, время отклика. Лавинные диоды для регистрации одиночных фотонов (SPAD). Матричные детекторы	Творческое задание	Темы творческих заданий
9	9	Мощность, эквивалентная	Собеседование	Вопросы по

	шуму. Гетеродинный прием оптических сигналов. Фотоэлектрические приемники изображения.		темам / разделам дисциплины
--	---	--	-----------------------------

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы» аспирантам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически;
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела;
3. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции;

6. Перечень учебно-методического, библиотечно-справочного и информационного, информационно-справочного обеспечения для работы аспиранта по дисциплине

6.1. Библиотечные фонды и библиотечно-справочные системы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1 Основная литература		
1	<i>Салех Б. Е. А., Тейх М. К. Оптика и фотоника. Принципы и применения : учебное пособие в 2 т. пер. с англ. Долгопрудный : Интеллект, 2012.</i>	12
2	<i>Кульчин Ю. Н. Распределенные волоконно-оптические измерительные системы. Москва : Физматлит, 2001. 272 с.</i>	3
3	<i>Иванов Г. А., Первадчук В. П. Технология производства и свойства кварцевых оптических волокон : учебное пособие. Пермь : ПНИПУ, 2011. 171 с.</i>	10 +ЭБ
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебно-методические, научные издания		
1	<i>Желтиков А. М. Микроструктурированные световоды в оптических технологиях. М. : Физматлит, 2009. 191 с., 2 л. ил.</i>	1
2	<i>Волоконно-оптические системы передачи : учебник для вузов / Бутусов М. М., Верник С. М., Галкин С. Л., Гомзин В. Н. Москва : Радио и связь, 1992. URL: https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2095 (дата обращения: 23.05.2022).</i>	2+ЭБ
3	<i>Кычкин И. С., Суздалов И. И. Основы волновой и квантовой оптики : учебное пособие для вузов. Москва : Высш. шк., 2005. 316 с.</i>	3
4	<i>Листвин А. В., Листвин В. Н., Швырков Д. В. Оптические волокна для линий связи. М. : ЛЕСАРарт, 2003. 288 с., 4</i>	3

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
	реклам. л.	
2.2 Периодические издания		
1	<i>Квантовая электроника : журнал / Российская академия наук; Физический институт им. П. Н. Лебедева ; Институт общей физики им. А.М. Прохорова; Московский государственный инженерно-физический институт (технический университет); Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. Международный учебно-научный лазерный центр; Астрофизика; Научно-исследовательский институт лазерной физики; Российская академия наук. Сибирское отделение; Институт лазерной физики; Научно-исследовательский институт "Полюс" им. М. Ф. Стельмаха. - Москва: Физ. ин-т им. П. Н. Лебедева РАН, 1971 - .</i>	
2	<i>Оптика и спектроскопия : журнал / Российская академия наук. - Москва: Наука, 1956</i>	
3	<i>Оптический журнал : научно-технический журнал / Государственный оптический институт им. С. И. Вавилова; Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики; Оптическое общество им. Д.С. Рождественского. - Санкт-Петербург: ГОИ им. С.И. Вавилова, 1931 - .</i>	
4	<i>Прикладная фотоника : журнал / Пермский национальный исследовательский университет. – Пермь: Издательство ПНИПУ, 2014</i>	
2.3 Нормативно-технические издания		
1	<i>ГОСТ Р МЭК 793-1-93. Группа Э59. Волокна оптические. Общие технические требования</i>	<i>Техэксперт</i>
2	<i>ГОСТ 29283-92 (МЭК 747-5-84) Полупроводниковые приборы. Дискретные приборы и интегральные схемы. Часть 5. Оптоэлектронные приборы</i>	<i>Техэксперт</i>
2.4 Официальные издания		
1	<i>не предусмотрены</i>	

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

6.2.1. Информационные и информационно-справочные системы

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

2. ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. – Ann Arbor, 2016. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

3. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / [Электрон. б-ка дис.](#) – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

6.2.2 Открытые интернет-ресурсы

1. *Лазерный Портал* - <http://laser-portal.ru/>
2. *Энциклопедия физики и техники* - <http://femto.com.ua/>
3. *The Encyclopedia of Laser Physics and Technology* – <https://www.rp-photonics.com/>

7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

7.1. Основное учебное оборудование. Рабочее место аспиранта.

Таблица 4

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Компьютер в комплекте (системный блок Core i3, монитор Acer S236HL, клавиатура Logitech, мышь Logitech) 12 шт.	12	Собственность	№ 322 корп. А гл.
2	Мультимедиа-проектор Mitsubishi XD280U, XGA,3000ANSI.	1	Собственность	№ 322 корп. А гл.
3	Интерактивная доска SMARTBoard 680;	1	Собственность	№ 322 корп. А гл.

8. Фонд оценочных средств

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течении одного семестра. Формой контроля освоения результатов обучения по дисциплине является кандидатский экзамен, проводимый с учетом результатов текущего контроля.

8.1. Описание показателей и критериев оценивания, описание шкал оценивания.

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию аспирантов

- **Текущий контроль**

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценку освоения дисциплин и проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

- **Собеседование**

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

- **Защита отчета о творческом задании**

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде кандидатского экзамена по дисциплине, в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) и практическое задание (ПЗ).

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания. Пример билета представлен в приложении 1.

- **Шкалы оценивания результатов обучения кандидатском экзамене:**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 5-балльной системе оценивания путем выборочного контроля во время кандидатского экзамена.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче кандидатского экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в табл. 4

Таблица 4

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на кандидатском экзамене

Оценка	Критерии оценивания
5	Аспирант продемонстрировал сформированные и систематические знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов. Аспирант правильно выполнил контрольное задание билета. Показал успешное и систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.
4	Аспирант продемонстрировал сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал недостаточно уверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов. Аспирант выполнил контрольное задание билета с небольшими неточностями. Показал в целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.
3	Аспирант продемонстрировал неполные знания при ответе на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал неуверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей. Аспирант выполнил контрольное задание билета с существенными неточностями. Показал в целом успешное, но не систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного

Оценка	Критерии оценивания
	материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.
2	<p>При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные знания при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично освоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p>

9. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

10. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины

Перечень контрольных вопросов и заданий для сдачи кандидатского экзамена по научной специальности 2.2.6. «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы» разработан с учетом научных достижений научно-исследовательской школы кафедры.

Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на **кандидатском экзамене** по дисциплине:

1. Современные лазеры: принципы действия, принципиальные схемы, режимы работы, параметры и характеристики
2. Основные виды приемников оптического излучения
3. Распространение оптического излучения в атмосфере и других поглощающих, рассеивающих, преломляющих и турбулентных средах

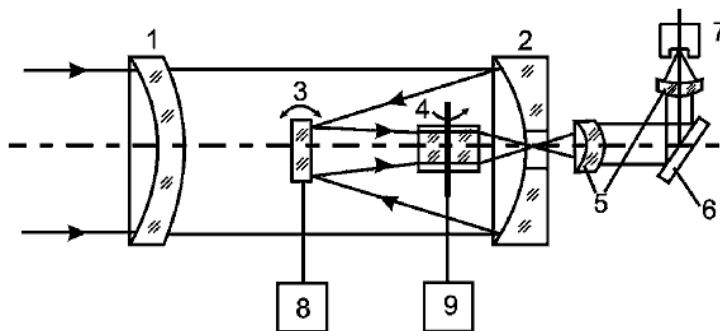
Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на **кандидатском экзамене** по дисциплине:

1. Расчет отражательных оптических потерь в предлагаемой оптической схеме
2. Расчет отражаемой интенсивности заданного лазерного излучения от заданной поверхности, оценить опасность для глаз, кожи, подобрать средства защиты
3. Расчет режима работы лазера при заданных компонентах

Полный комплект вопросов и заданий для сдачи зачета в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «ПМ».

БИЛЕТ № 1

1. Свойства лазерного излучения. Спектральная ширина, модовая структура, монохроматичность, пространственная и временная когерентность, расходимость, выходная мощность и яркость.
2. Расчет отражательных оптических потерь в предлагаемой оптической схеме (рис.1)



1 – насадочная сменная линза; 2 – зеркало сферическое; 3 – плоское зеркало; 4 – восьмигранная призма; 5 – линзовый коллектив; 6 – зеркало; 7 – приемник излучения; 8, 9 – механизмы кадрового и строчного сканирования

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

Первадчук В.П.

«__» _____ 202__ г.

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		