

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

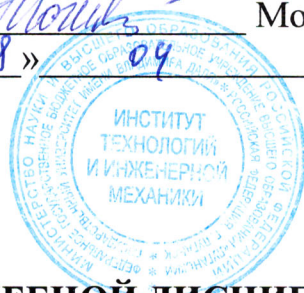
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Институт технологий и инженерной механики  
Кафедра микро- и нанoeлектроники

УТВЕРЖДАЮ

директор института технологий и  
инженерной механики

  
«18» 04 2023 г. Могильная Е.П.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ПРИМЕНЕНИЕ КВАНТОВЫХ И ОПТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ»**

По направлению подготовки: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника  
Магистерская программа «Электронные микроволновые и квантовые  
приборы и устройства»



## 1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель дисциплины – формирование научной основы освоения основных классов квантовых и оптико-электронных приборов и устройств.

Задачи: ознакомление студентов с особенностями применения и принципами работы квантовых технологических установок; ознакомление с физическими процессами, протекающими в квантовых технологических установках; приобретение навыков выбора и расчета квантовооптических приборов и устройств.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО. Требования к условиям освоения содержания дисциплины

Дисциплина «Применение квантовых и оптических приборов» относится к циклу профессиональных дисциплин.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знания физики и математики, основ измерительной техники, измерительных преобразователей, основ теории сигналов и цепей, квантовой и оптической электроники; умения использования персонального компьютера на уровне пользователя, работы в средах MatLab и MultiSim; навыки работы с измерительными приборами (мультиметр, осциллограф), генераторами гармонических и периодических сигналов.

Содержание дисциплины основано на знаниях дисциплин «Нелинейные процессы микроволновой, квантовой и оптоэлектроники», «Лазеры в микро- и наноэлектронике» и служит основой для выполнения научно-исследовательской работы студентов и магистерской диссертации.

## 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-1. Готов формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	ПК-1.1. Знает принципы построения и функционирования изделий микро- и наноэлектроники, физические процессы, протекающие в микроволновых и квантовых приборах и устройствах. ПК-1.2. Умеет рассчитывать предельно допустимые и предельные режимы работы изделий микро- и наноэлектроники. ПК-1.3. Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов	Знать: принципы построения и функционирования квантовых и оптических приборов; конструкции и принципы действия квантовых технологических установок; применение квантовых и оптико-электронных приборов в технологических процессах; тенденции и перспективы технологии и применения квантовых и оптико-электронных приборов, основы научных исследований;

	<p>исследования изделий микро- и наноэлектроники.</p>	<p>Уметь: рассчитывать предельно допустимые и предельные режимы работы квантовых и оптических приборов; объяснять возможности применения квантовых технологических установок; анализировать проблемы создания интерферометров разных типов и проблемы применения интерференционных и дифракционных технологий; составить план теоретических и экспериментальных исследований применительно к конкретной задаче квантовой и оптической электроники;</p> <p>Владеть: навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования квантовых и оптических приборов, навыками анализа накопленного опыта в области применения квантовых и оптических приборов и анализа возможностей квантовой и оптической электроники; навыками выбора методов и средств для решения проблем современной квантовой и оптической электроники; навыками проведения научных исследований;</p>
<p>ПК-7. Способен осуществлять эксплуатацию и обслуживание узлов и блоков электронных микроволновых и квантовых приборов и устройств</p>	<p>ПК-7.1. Знает инструкции по эксплуатации электронных микроволновых и квантовых приборов и устройств.  ПК-7.2. Умеет осуществлять эксплуатацию электронных микроволновых и квантовых приборов и устройств.  ПК-7.3. Владеет навыками организации обслуживания электронных</p>	<p>Знать: инструкции по эксплуатации квантовых и оптических приборов, методы обработки данных, эксплуатацию и обслуживание узлов и блоков электронных микроволновых и квантовых приборов и устройств;</p> <p>Уметь: генерировать предложения по совершенствованию конструкций квантовых и</p>

	<p>микроволновых и квантовых приборов и устройств.</p>	<p>оптических приборов; осуществлять эксплуатацию электронных микроволновых и квантовых приборов и устройств; формулировать цели и задачи проектирования в области квантовой и оптической электроники; разрабатывать алгоритмы решения сформулированных задач квантовой и оптической электроники с использованием современных языков программирования;</p> <p>Владеть: навыками организации обслуживания электронных микроволновых и квантовых приборов и устройств; навыками выбора методов и средств проектирования квантовых и оптико-электронных устройств.</p>
--	--	---

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
<b>Общая учебная нагрузка (всего)</b>	<b>180</b> (5 зач. ед)	-
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b> <b>в том числе:</b>	<b>70</b>	-
Лекции	28	-
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	28	-
Лабораторные работы	14	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса ( <i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i> )	-	-
<b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>	<b>110</b>	-
Форма аттестации	экзамен	-

##### 4.2. Содержание разделов дисциплины

###### Тема 1. Особенности квантовых технологических установок.

Монохроматичность, пространственная когерентность и направленность лазерного излучения. Самодефокусировка световых пучков. Дифракционный метод измерения диаметра проволоки. Дифракционные технологии в научных исследованиях. Дифракционные технологии в нелинейных оптических средах.

## **Тема 2. Физические процессы в квантовых технологических установках.**

Условие возникновения интерференции. Характеристики интерференционной картины. Интерферометры. Газовые лазеры, стабилизированные по насыщенному поглощению в парах йода. Прецизионное измерение длин волн. Метод двухдлинновой интерферометрии. Лазерные стандарты длины и частоты. Лазерные деформографы. Приближенная теория дифракции Френеля. Дифракция света на объектах различной формы.

## **Тема 3. Особенности применения квантовых приборов.**

Применение квантовых приборов в технологических процессах. Конструкции и принципы действия квантовых технологических установок. Основы нелинейной адаптивной оптики. Запоминающие голографические устройства. Голографические технологии для обращения волнового фронта. Основные типы регистрирующих сред. Стабилизация параметров лазерного излучения. Стабилизация частоты излучения лазера по провалу Лэмба. Биологические регистрирующие среды. Технические возможности биохромов.

## **Тема 4. Особенности применения оптико-электронных приборов в технологических процессах микро- и нанoeлектроники.**

Применение оптико-электронных приборов в технологических процессах. Общие принципы лазерной дальнометрии. Дифракционные технологии для измерения оптических характеристик нелинейных веществ. Измерение нелинейности. Объемные голограммы. Цветная голография. Голографическая интерферометрия. Динамическая голография.

### **4.3. Лекции**

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Особенности квантовых технологических установок.	4	-
2	Физические процессы в квантовых технологических установках.	6	-
3	Особенности применения квантовых приборов.	8	-
4	Особенности применения оптико-электронных приборов в технологических процессах микро- и нанoeлектроники.	10	-
<b>Итого:</b>		<b>28</b>	<b>-</b>

### **4.4. Практические занятия**

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма

1	Изучение свойств монохроматического излучения	4	-
2	Изучение пространственной когерентности лазерного излучения	4	-
3	Явление самодефокусировки световых пучков	4	-
4	Дифракционный метод измерения диаметра проволоки.	4	-
5	Применение дифракционных технологий в научных исследованиях	4	-
6	Применение дифракционных технологий в нелинейных оптических средах	4	-
7	Изучение направленности лазерного излучения в различных средах	4	-
8	Изучение дифракции света на объектах различной формы	4	-
9	Особенности квантовых технологических установок.	4	-
10	Физические процессы в квантовых технологических установках.	4	-
11	Особенности применения квантовых приборов.	4	-
12	Особенности применения оптико-электронных приборов в технологических процессах микро- и нанoeлектроники.	8	-
<b>Итого:</b>		<b>28</b>	-

#### 4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Наблюдение интерференции световых волн	2	-
2	Изучение работы оптического интерферометра	2	-
3	Измерение расстояния до объектов при помощи лазера	2	-
4	Получение изображений трехмерных объектов при помощи лазера	2	-
5	Лазерная гравировка поверхности	2	-
6	Исследование оптических свойств сред при помощи лазера	4	-
<b>Итого:</b>		<b>14</b>	-

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Особенности квантовых технологических установок.	Подготовка к практическим занятиям	8	-
		Подготовка к тестированию	4	-
2	Наблюдение интерференции световых волн. Изучение работы оптического интерферометра.	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4	-
3	Физические процессы в квантовых технологических установках.	Подготовка к практическим занятиям	8	-
		Подготовка к тестированию	4	-
4	Измерение расстояния до объектов при помощи лазера.	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	10	-

	Получение изображений трехмерных объектов при помощи лазера.			
5	Особенности применения квантовых приборов.	Подготовка к практическим занятиям	12	-
		Подготовка к тестированию	14	-
6	Лазерная гравировка поверхности. Исследование оптических свойств сред при помощи лазера.	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	14	-
7	Особенности применения оптико-электронных приборов в технологических процессах микро- и нанoeлектроники.	Подготовка к практическим занятиям	8	-
		Подготовка к тестированию	14	-
8	Экзамен по дисциплине	Подготовка к семестровому экзамену	20	-
<b>Итого:</b>			<b>110</b>	<b>-</b>

#### **4.7. Курсовые работы/проекты**

Не предусмотрены учебным планом.

#### **5. Образовательные технологии**

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешение которых позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);

технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;

технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки;

технологии модульного обучения, дающие возможность обеспечения гибкости процесса обучения, адаптации его к индивидуальным потребностям и особенностям обучающихся (применяются, как правило, при самостоятельном обучении студентов по индивидуальному учебному плану);

технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие возможность создания оптимальных условий для развития интересов и способностей студентов, в том числе и студентов с особыми образовательными



потребностями, что позволяет реализовать в культурно-образовательном пространстве университета идею создания равных возможностей для получения образования;

технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального содержания будущей профессиональной деятельности студентов (используются активные и интерактивные методы обучения) и т.д.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

## **6. Формы контроля освоения дисциплины**

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем(ями), ведущими лабораторные работы и практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- контрольные вопросы к практическим занятиям;
- вопросы к лабораторным работам;
- тесты;
- вопросы к экзамену.

Фонды оценочных средств, включающие контрольные вопросы, вопросы коллоквиумов, тесты и методы контроля, позволяющие оценить результаты текущей и промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине, помещаются в приложении к рабочей программе в соответствии с «Положением о фонде оценочных средств».

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины проходит в форме устного экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы). Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по национальной шкале, приведенной в таблице.

Характеристика знания предмета и ответов	Экзамены
Обучающийся глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	отлично (5)
Обучающийся знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	хорошо (4)
Обучающийся знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки,	удовлетворительно (3)

непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30 % ошибок в излагаемых ответах.	
Обучающийся не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Обучающийся отказывается от ответов на дополнительные вопросы	неудовлетворительно (2)

## 7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины

### а) Основная литература:

1. Юрчук С.Ю. Приборы квантовой и оптической электроники [Электронный ресурс] / Юрчук С.Ю. - М. : МИСиС, 2016. - 118 с. - ISBN 978-5-87623-942-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876239426.html>

2. Суптитц В. Фотоника. Применение фотонов в современных технологиях [Электронный ресурс] / Под ред. Суптитц В. - М. : Техносфера, 2019. - 104 с. - ISBN 978-5-94836-547-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948365473.html>

### б) Дополнительная литература:

1. Иванов И. Основы квантовой электроники [Электронный ресурс]: учебное пособие / Иванов И. - Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2011. - 174 с. ISBN 978-5-9275-0873-0 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/556192>

2. Астайкин А.И. Квантовые и оптоэлектронные приборы и устройства [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Астайкин А.И., Смирнов М.К. - Саров:ФГУП"РФЯЦ-ВНИИЭФ", 2011. - 343 с.: ISBN 978-5-9515-0159-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/950166>

3. Молотков Н.Я. Учебные эксперименты по волновой оптике. СВЧ демонстрации [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Молотков Н. Я. - Долгопрудный: Интеллект, 2011. - 352 с.: 60x90 1/16 (Обложка) ISBN 978-5-91559-085-3, 500 экз. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/255875>

4. Белинский А.В. Квантовые измерения [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.В. Белинский.—3-е изд. (эл.).—Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 185 с.).—М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.—Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". - ISBN 978-5-9963-2549-8 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/540523>

### в) Методические рекомендации/указания

1. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Применение квантовых и оптических приборов» (для студентов, обучающихся по направлению 11.04.04 “Электроника и наноэлектроника”, магистерская программа “Электронные микроволновые и квантовые приборы и устройства”) /

Сост.: Войтенко В.А. – Луганск: Изд-во ГОУВПО ЛНР «Луганский национальный университет им. В. Даля», 2017. – 21 с.

2. Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине «Применение квантовых и оптических приборов» (для студентов, обучающихся по направлению 11.04.04 “Электроника и наноэлектроника”, магистерская программа “Электронные микроволновые и квантовые приборы и устройства”) / Сост.: Войтенко В.А., Комаров Н.В. – Луганск: Изд-во ГОУВПО ЛНР «Луганский национальный университет им. В. Даля», 2017. – 27 с.

г) Интернет-ресурсы:

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Далевский педагогический портал – <http://ped.dahluniver.ru/>

**Электронные библиотечные системы и ресурсы**

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Университетская библиотека On-line – <http://www.biblioclub.ru>

Научная электронная библиотека eLIBRARY – <http://elibrary.ru>

**Информационный ресурс библиотеки образовательной организации**

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

**Научные журналы**

"GNU Scientific Library" (GSL - библиотека для научных вычислений проекта GNU): <http://www.gnu.org/software/gsl>.

Система схемотехнического моделирования LTSpice IV. Краткое руководство: <http://zpostbox.ru/ltspice.html>.

Электронные компоненты: <http://www.elitan.ru/>.

Навигатор по профессиональным электронным ресурсам – [http://www.spsl.nsc.ru/win/nelbib/nav\\_ei.htm](http://www.spsl.nsc.ru/win/nelbib/nav_ei.htm)

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекционные занятия проводятся с использованием комплекта электронных презентаций в аудитории, оснащенной презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук).

Лабораторные работы проводятся с использованием компьютеризированных лабораторных стендов, пакета специализированных компьютерных программ, компьютерной математической среды MatLab и компьютерной среды для моделирования MultiSim.

Рабочие места преподавателя и студентов в учебной лаборатории оснащены компьютерами с доступом в Интернет, предназначенными для работы в указанных специализированных компьютерных программах и средах.

Программное обеспечение:

<b>Функциональное назначение</b>	<b>Бесплатное программное обеспечение</b>	<b>Ссылки</b>
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	<a href="https://www.libreoffice.org/">https://www.libreoffice.org/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice">https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice</a>
Операционная система	UBUNTU 19.04	<a href="https://ubuntu.com/">https://ubuntu.com/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu">https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu</a>
Браузер	Firefox Mozilla	<a href="http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx">http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx</a>
Браузер	Opera	<a href="http://www.opera.com">http://www.opera.com</a>
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	<a href="http://www.mozilla.org/ru/thunderbird">http://www.mozilla.org/ru/thunderbird</a>
Файл-менеджер	Far Manager	<a href="http://www.farmanager.com/download.php">http://www.farmanager.com/download.php</a>
Архиватор	7Zip	<a href="http://www.7-zip.org/">http://www.7-zip.org/</a>
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	<a href="http://www.gimp.org/">http://www.gimp.org/</a> <a href="http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8">http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8</a> <a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP">http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP</a>
Редактор PDF	PDFCreator	<a href="http://www.pdfforge.org/pdfcreator">http://www.pdfforge.org/pdfcreator</a>
Аудиоплеер	VLC	<a href="http://www.videolan.org/vlc/">http://www.videolan.org/vlc/</a>

## 8. Оценочные средства по дисциплине

### Паспорт

фонда оценочных средств по учебной дисциплине

«Применение квантовых и оптических приборов»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-1	Готов формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	ПК-1.1. ПК-1.2. ПК-1.3.	Тема 1 Особенности квантовых технологических установок	1
				Тема 2 Физические процессы в квантовых технологических установках	1
				Тема 3 Особенности применения квантовых приборов	1
				Тема 4 Особенности применения оптико-электронных приборов в технологических процессах микро- и нанoeлектроник и	1
2.	ПК-7	Способен осуществлять проектирование, разработку, эксплуатацию и обслуживание узлов и блоков электронных микроволновых и	ПК-7.1. ПК-7.2. ПК-7.3.	Тема 1 Особенности квантовых технологических установок	1
				Тема 2 Физические процессы в квантовых	1

		квантовых приборов устройств	и	технологических установках	
				Тема 3 Особенности применения квантовых приборов	1
				Тема 4 Особенности применения опτικο-электронных приборов в технологических процессах микро- и наноэлектроник и	1

### Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ПК-1	ПК-1.1. ПК-1.2. ПК-1.3.	Знать: принципы построения и функционирования квантовых оптических приборов; конструкции и принципы действия квантовых технологических установок; применение квантовых опτικο-электронных приборов в технологических процессах; тенденции и перспективы технологии применения	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Практическое занятие 1, Практическое занятие 2, Лабораторная работа 1	Контрольные вопросы к практическим занятиям, вопросы к лабораторным работам, тесты, вопросы к экзамену

		<p>квантовых и оптико-электронных приборов, основы научных исследований;</p> <p>Уметь:</p> <p>рассчитывать предельно допустимые и предельные режимы работы квантовых и оптических приборов;</p> <p>объяснять возможности применения квантовых технологических установок;</p> <p>анализировать проблемы создания интерферометров разных типов и проблемы применения интерференционных и дифракционных технологий;</p> <p>составить план теоретических и экспериментальных исследований применительно к конкретной задаче квантовой и оптической электроники;</p> <p>Владеть: навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования квантовых и оптических приборов, навыками анализа накопленного опыта в области применения квантовых и оптических приборов и анализа</p>		
--	--	--	--	--

			<p>возможностей квантовой и оптической электроники; навыками выбора методов и средств для решения проблем современной квантовой и оптической электроники; навыками проведения научных исследований;</p>		
2.	ПК-7	ПК-7.1. ПК-7.2. ПК-7.3.	<p>Знать: основы проектирования квантовых и оптических приборов, методы обработки данных, эксплуатацию и обслуживание узлов и блоков электронных микроволновых и квантовых приборов и устройств; Уметь: генерировать предложения по усовершенствованию конструкций квантовых и оптических приборов; осуществлять эксплуатацию электронных микроволновых и квантовых приборов и устройств; формулировать цели и задачи проектирования в области квантовой и оптической электроники; разрабатывать алгоритмы решения сформулированных</p>	<p>Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Практическое занятие 3, Практическое занятие 4, Лабораторная работа 2</p>	<p>Контрольные вопросы к практически м занятиям, вопросы к лабораторны м работам, тесты, вопросы к экзамену</p>



			задач квантовой и оптической электроники с использованием современных языков программирования; Владеть: навыками организации обслуживания электронных микроволновых и квантовых приборов и устройств; навыками выбора методов и средств проектирования квантовых и оптико-электронных устройств.		
--	--	--	--	--	--

### **Фонды оценочных средств по дисциплине «Применение квантовых и оптических приборов»**

#### **Контрольные вопросы к практическим занятиям:**

1. Почему различие между временной и пространственной когерентностью в некоторых случаях довольно условно?
2. С какой характеристикой лазерного излучения связана временная когерентность? С какой – пространственная?
3. Выведите условие возникновения интерференции.
4. Каковы основные характеристики интерференционной картины?
5. Как комплексная функция когерентности связана с контрастом интерференционной картины?
6. Чем отличается картина многолучевой интерференции от картины интерференции двух электромагнитных волн?
7. Каким образом с помощью *He/Ne* – лазера можно получить стационарную картину двух пучков света?
8. Какова область дисперсии интерферометра Фабри-Перо?
9. Перечислите типы стабилизации параметров лазерного излучения?
10. Какие свойства  $^{127}I_2$  позволили использовать его в качестве поглотителя для стабилизации частоты лазерного излучения?
11. Приведите практические примеры использования интерференционных технологий.
12. Каким образом интерференционная картина двух отраженных лучей связана с распределением термических напряжений в лазерооблученной мишени?

13. Определите дифракционные эффекты в зависимости от параметра дифракции.
14. Чем отличается дифракция света на правильной структуре от дифракции на хаотической поверхности?
15. Опишите дифракционную технологию измерения диаметра проволоки.
16. Каким образом исследование динамики дифракционной картины в процессе лазерной обработки позволяет определить механизм самомодификации поверхности полупроводника?
17. Какую физическую систему можно назвать нелинейной?
18. Что характерно для дифракции в линейных средах с позиций волновых пучков?
19. Как с расстоянием изменяется радиус дифрагирующего пучка?
20. Чем отличается дифракционная расходимость от геометрической?
21. Как можно представить показатель преломления нелинейной среды?
22. Чем характеризуются тонкая нелинейная линза?
23. Чем характеризуются толстая нелинейная линза?
24. Что происходит с показателем преломления при тепловом самовоздействии?
25. Как тепловая дефокусировка зависит от длительности лазерного излучения?
26. Какое электромагнитное возбуждение называют пространственным солитоном?
27. Опишите схему эксперимента по наблюдению самодифракции.
28. Как в нелинейной среде возникает режим волноводного распространения пучка?
29. Какой тип дефокусировки является главным ограничивающим фактором в атмосферной оптике?
30. Покажите, что в основе объемной голографии лежит дифракция света.
31. Что характерно для голограмм Габора?
32. Поясните оригинальный метод восстановления волнового фронта, предложенный Ю.Н. Денисюком?
33. В чем особенность дифракции электромагнитных волн на правильной трехмерной структуре?
34. Почему цветная голография успешно реализуется на объемных голограммах и существенно усложняется при записи на плоских голограммах?
35. Сравните классическую интерферограмму и голограмму.
36. Что позволяет измерять голографическая интерферометрия?
37. Перечислите основные методы получения голографических интерферограмм.
38. Какая голограмма называется динамической?
39. Почему трехмерные голограммы обладают большой информационной емкостью?
40. Какие основные требования предъявляются к оперативным голографическим устройствам?

41. Каким образом динамическая голография позволяет получить коэффициент отражения в обращенную волну больше единицы?
42. Объединение каких эффектов позволяет создать эхо-голограмму?
43. Какие требования предъявляются к регистрирующим средам?
44. Перечислите основные типы регистрирующих сред
45. От чего зависит разрешающая способность регистрирующей среды?
46. Как создается плоская фазовая голограмма на термопластичной пленке?
47. В чем состоит физический механизм записи на материалах с магнитооптическим эффектом; на электрооптических кристаллах?
48. Объясните, как в магнитооптических эффектах Керра и Фарадея намагниченность среды влияет на поляризацию света, отраженного от ее поверхности?
49. Почему биологические материалы являются перспективными в качестве регистрирующих сред?
50. Каким образом осуществляется техническая запись информации в биологической среде (на примере воздействия лазерного излучения на молекулу бактериородопсина)?
51. Опишите фазы генерации фотоэлектрического потенциала бактериородопсина.
52. Каковы технические возможности биохромов?
53. Какой тип модуляции лазерного излучения используется в дальномере?
54. Определите сущность метода импульсного дальнометрирования.
55. Сформулируйте основные параметры, от которых зависит эффективность работы лазерного дальномера.
56. Выберите характер модуляции сигнала, обеспечивающий минимальную погрешность измерения расстояния
57. На чем основана возможность использования лазера для локации объекта?
58. Какие каналы включает в себя схема импульсного дальномера?
59. Какие требования предъявляются к лазерам, используемым в дальнометрии?
60. Для решения каких задач применяются лидары?
61. Определите два основных типа лидаров.
62. На базе каких лазеров обычно реализуются лидары?
63. Что лежит в основе метода лазерного сканирования?
64. Как происходит обработка данных лазерного сканирования?
65. Приведите примеры использования трехмерного лазерного сканирования.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству контрольные вопросы к практическим занятиям

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ представлен на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемый вопрос, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет соответствующей научной терминологией)

4	Ответ представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемый вопрос, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности)
3	Ответ представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени соответствующей научной терминологией)
2	Ответ представлен на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов отвечать)

### **Вопросы к лабораторным работам:**

1. Когерентность электромагнитных волн.
2. Временная когерентность.
3. Монохроматичность лазерного излучения.
4. Пространственная когерентность.
5. Направленность лазерного излучения.
6. Условие возникновения интерференции.
7. Характеристики интерференционной картины.
8. Интерферометры.
9. Многолучевые интерферометры.
10. Стабилизация параметров лазерного излучения.
11. Стабилизация частоты излучения лазера по провалу Лэмба.
12. Газовые лазеры, стабилизированные по насыщенному поглощению в парах йода.
13. Прецизионное измерение длин волн.
14. Метод двухдлинноволновой интерферометрии.
15. Лазерные стандарты длины и частоты.
16. Лазерные деформографы.
17. Интерференционные технологии в научных исследованиях.
18. Динамическая двухлучевая интерферометрия при измерении импульсной деформации.
19. Приближенная теория дифракции Френеля.
20. Дифракция света на объектах различной формы.
21. Дифракционный метод измерения диаметра проволоки.
22. Дифракционные технологии в научных исследованиях.
23. Дифракционные технологии в нелинейных оптических средах.
24. Самодефокусировка световых пучков.
25. Дифракционные технологии для измерения оптических характеристик нелинейных веществ.
26. Измерение нелинейности.
27. Нелинейная адаптивная оптика.
28. Представление о голографии.
29. Объемные голограммы.
30. Цветная голография.
31. Голографическая интерферометрия.
32. Динамическая голография.
33. Запоминающие голографические устройства.

34. Голографические технологии для обращения волнового фронта.
35. Основные типы регистрирующих сред.
36. Биологические регистрирующие среды.
37. Технические возможности биохромов.
38. Общие принципы лазерной дальнометрии.
39. Дальномеры, применяемые в задачах дистанционного зондирования.
40. Трехмерное лазерное сканирование.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству вопросы к лабораторным работам

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответы представлены на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемые вопросы, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет соответствующей научной терминологией, правильные ответы даны на 90-100% вопросов)
4	Ответы представлены на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемые вопросы, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности, правильные ответы даны на 75-89% вопросов)
3	Ответы представлены на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени соответствующей научной терминологией, правильные ответы даны на 50-74% вопросов)
2	Ответы представлены на неудовлетворительном уровне или не представлены (студент не готов отвечать или правильные ответы даны менее чем на 50% вопросов)

### Тесты:

1. Пространственная когерентность означает согласованность в различных точках пространства:

- а) амплитуд световой волны;
- б) фаз световой волны;
- в) частот световой волны.

2. Направленность лазерного излучения означает:

- а) малый поперечный размер светового луча;
- б) высокую интенсивность светового луча;
- в) малую угловую расходимость светового луча.

3. К пассивным методам стабилизации параметров лазерного излучения относятся:

- а) применение резонаторов жесткой конструкции из материалов с низким коэффициентом температурного расширения и большим значением модуля Юнга;

- б) применение термостатов;
- в) герметизация оптического пути в резонаторе.

4. Если лазер необходим для измерений, то он работает в режиме:

- а) одномодовом;
- б) многомодовом;
- в) одночастотном.

5. Для получения одночастотной генерации:

- а) увеличивают длину резонатора;
- б) повышают давление газа в активном элементе;
- в) вводят в резонатор ячейку, обеспечивающую насыщенное поглощение излучения.

6. Явление лэмбовского провала используется для:

- а) стабилизации выходной мощности лазера;
- б) стабилизации частоты лазера;
- в) стабилизации интенсивности излучения лазера.

7. Модуляция частоты излучения лазера приводит к модуляции:

- а) интенсивности излучения;
- б) мощности излучения;
- в) временной когерентности.

8. В перечне Международной палаты мер и весов в Париже в 1997 году лазер, признанный в качестве основного источника излучения для реализации эталона длины методами оптической интерферометрии, стабилизирован по линиям:

- а) молекулярного водорода;
- б) молекулярного йода;
- в) молекулярного хлора.

#### Критерии и шкала оценивания по оценочному средству тесты

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Тесты выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% тестов)
4	Тесты выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% тестов)
3	Тесты выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% тестов)
2	Тесты выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50% тестов)

#### Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

1. Многолучевые интерферометры.

2. Стабилизация параметров лазерного излучения.
3. Стабилизация частоты излучения лазера по провалу Лэмба.
4. Газовые лазеры, стабилизированные по насыщенному поглощению в парах йода.
5. Прецизионное измерение длин волн.
6. Метод двухдлинновой интерферометрии.
7. Лазерные стандарты длины и частоты.
8. Лазерные деформографы.
9. Интерференционные технологии в научных исследованиях.
10. Динамическая двухлучевая интерферометрия при измерении импульсной деформации.
11. Дифракция света на объектах различной формы.
12. Дифракционный метод измерения диаметра проволоки.
13. Дифракционные технологии в научных исследованиях.
14. Дифракционные технологии в нелинейных оптических средах.
15. Самодефокусировка световых пучков.
16. Дифракционные технологии для измерения оптических характеристик нелинейных веществ.
17. Измерение нелинейности.
18. Нелинейная адаптивная оптика.
19. Представление о голографии.
20. Объемные голограммы.
21. Цветная голография.
22. Голографическая интерферометрия.
23. Динамическая голография.
24. Запоминающие голографические устройства.
25. Голографические технологии для обращения волнового фронта.
26. Основные типы регистрирующих сред.
27. Биологические регистрирующие среды.
28. Технические возможности биохромов.
29. Общие принципы лазерной дальнометрии.
30. Дальнометры для дистанционного зондирования.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (экзамен)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество

	ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы



## Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)