

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 23

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель направления

д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

А.Ф. Крячко

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«23» июня 2021 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

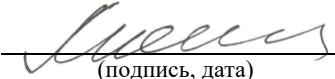
«Основы квантовой электроники»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	12.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Оптотехника
Наименование направленности	Оптико-электронные приборы и комплексы
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург – 2021

Лист согласования рабочей программы дисциплины

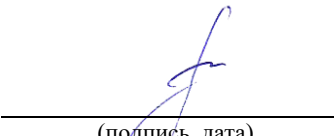
Программу составил (а)

<u>ДОЦ., К.Т.Н., С.Н.С.</u> (должность, уч. степень, звание)	<u> (подпись, дата) 20.06.21</u>	<u>О.Д. Москалец</u> (инициалы, фамилия)
---	--	---


Программа одобрена на заседании кафедры № 23

«17» мая 2021 г, протокол № 9/21

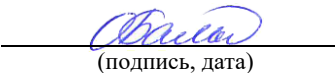
Заведующий кафедрой № 23

<u>д.т.н., проф.</u> (уч. степень, звание)	<u> (подпись, дата) 20.06.21</u>	<u>А.Р. Бестугин</u> (инициалы, фамилия)
---	--	---

Ответственный за ОП ВО 12.03.02(02)

<u>ДОЦ., К.Т.Н.</u> (должность, уч. степень, звание)	<u> (подпись, дата) 20.06.21</u>	<u>Н.А. Гладкий</u> (инициалы, фамилия)
---	--	--

Заместитель директора института №2 по методической работе

<u>ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ.</u> (должность, уч. степень, звание)	<u> (подпись, дата) 20.06.21</u>	<u>О.Л. Балышева</u> (инициалы, фамилия)
---	---	---

Аннотация

Дисциплина «Основы квантовой электроники» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 12.03.02 «ОпTOTехника» направленности «ОпTико-электронные приборы и комплексы». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способность к формированию технических требований и заданий на проектирование и конструирование опTических и опTико-электронных приборов, комплексов и их составных частей»

ПК-2 «Способность к математическому моделированию процессов и объектов опTOTехники и их исследованию на базе профессиональных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов»

ПК-3 «Способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, опTOTехники на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением физических основ, принципов действия, характеристик и параметров важнейших квантовых приборов и устройств, которые находят применение в лазерной технике и технологиях. К их числу относятся квантовые генераторы и усилители, модуляторы опTического излучения, фотодиоды и прочие квантовые приборы. В результате изучения настоящей дисциплины студенты получают знания, имеющие не только самостоятельное значение, но и являющиеся фундаментом для изучения ряда последующих специальных дисциплин, а также практической работы специалистов в области лазерных технологий.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа студента, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Обеспечение подготовки студентов в области основ квантовой электроники, а именно в вопросах функционирования квантовых оптических усилителей и генераторов, устройств модуляции оптического излучения, фотоприемных устройств, которые могут быть использованы в лазерной технике и лазерных технологиях. Основной задачей дисциплины является изучение физических основ функционирования таких приборов, а также их возможностей и применений.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способность к формированию технических требований и заданий на проектирование и конструирование оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей	ПК-1.3.1 знать требования, предъявляемые к разрабатываемой оплотехнике, оптическим и оптико-электронным приборам и комплексам ПК-1.У.2 уметь анализировать и определять требования к параметрам, предъявляемым к разрабатываемой оплотехнике, оптическим и оптико-электронным приборам и комплексам с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов ПК-1.В.1 владеть навыками определения, корректировки и обоснования технического задания в части проектно-конструкторских характеристик блоков и узлов оптических и оптико-электронных приборов
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способность к математическому моделированию процессов и объектов оплотехники и их исследованию на базе профессиональных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов	ПК-2.3.1 знать различные численные методы, в том числе реализованные в готовых библиотеках при решении конкретных оптических задач

Профессиональные компетенции	ПК-3 Способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, оптотехники на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	ПК-3.3.1 знать типовые системы и приборы оптотехники на схемотехническом и элементном уровнях ПК-3.У.1 уметь определять физические принципы действия типовых систем и приборов, оптотехники в соответствии с техническими требованиями с использованием теоретических методов, программных средств проектирования и конструирования
------------------------------	--	--

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Математика-1 (аналитическая геометрия и линейная алгебра)»,
- «Радиотехнические цепи и сигналы»,
- «Физика».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Основы теории оптических сигналов»,
- «Опто-электронные приборы и системы»,
- «Прикладная оптика».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
1	2	№5 3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	34	34
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	57	57

Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Зачет	Зачет
---	-------	-------

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 5					
Раздел 1.					
Тема 1.1.	2	2	2		9
Тема 1.2	3	3	3		10
Тема 1.3.	3	3	3		10
Раздел 2.					
Тема 2.1	3	3	3		9
Тема 2.2	3	3	3		9
Тема 2.3	3	3	3		10
Итого в семестре:	17	17	17		57
Итого	17	17	17	0	57

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Физические основы квантовых приборов усиления и генерации оптического излучения 1.1 Виды квантовых переходов, коэффициенты Эйнштейна, инверсная населенность, ширина спектральной линии поглощения активного вещества 1.2 Оптические резонаторы, схемы, спектральные характеристики, перестраиваемые резонаторы 1.3 Условия усиления и генерации колебаний в квантовых системах. Модуляция лазерного излучения
2	Материалы полупроводниковой оптоэлектроники, полупроводниковые источники и приемники оптического излучения 2.1 Лазеры на p-n переходах и гетероструктурах, материалы, характеристики 2.2 Одночастотные и квантово-размерные лазерные диоды

	2.3 Полупроводниковые фотодиоды и фотоприемники, характеристики, причины возникновения шумов
--	--

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 5					
1	Распространение оптических пучков в изотропной среде	Интерактивная форма групповая дискуссия	2		1
2	Спектральные характеристики активной среды лазера	Интерактивная форма групповая дискуссия	2		2
3	Виды и особенности оптических резонаторов	Интерактивная форма групповая дискуссия	2		3
4	Типы накачки в лазерах и усилителях	Интерактивная форма групповая дискуссия	2		4
5	Лазеры с модуляцией добротности и синхронизацией мод	Интерактивная форма групповая дискуссия	2		5
6	Материалы полупроводниковой электроники	Интерактивная форма групповая дискуссия	2		6
7	Одночастотные лазеры	Интерактивная форма групповая дискуссия	2		7
8	Чувствительность фотоприемников прямого и гетеродинного типа	Интерактивная форма групповая дискуссия	3		8
Всего			17		

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 5				
1	Исследование гелий-неонового лазера	4		1
2	Исследование полупроводниковых излучателей	4		2
3	Исследование акустооптического модулятора лазерного излучения	4		1
4	Исследование полупроводниковых фотодиодов	5		2
Всего		17		

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 5, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	40	40
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	17	17
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		
Всего:	57	57

5. Перечень учебно-методического обеспечения
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
681.8 Я-60	М. Янг. Оптика и лазеры, включая волоконную оптику и оптические волноводы. Пер. с англ. - М.: Мир. - 2005. - 544с.	7
621.373 К-44	Г.Л. Киселев. Квантовая и оптическая электроника, СПб, Лань, 2011, 306 с.	12
530.1 П - 18	Паршаков А.Н. Введение в квантовую физику, СПб, Лань, 2010, 352 с.	5

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
http://e.lanbook.com/books	Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 695-7 от 30.11.2011
http://lib.aanet.ru/	Доступ к электронным ресурсам ГУАП (авторизация по номеру читательского билета)
http://guap.ru/guap/standart/pravila1.r	Правила оформления текстовых документов по ГОСТ 7.32-20
http://regstands.guap.ru/db/docs/7.32	ГОСТ 7.32-2001. Отчет о научно-исследовательской работе.
http://guap.ru/guap/standart/prim.doc	Примеры библиографического описания по ГОСТ 7.1-200

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Специализированная лаборатория «Лазерной техники и лазерных технологий»	51-06-03, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Зачет	Список вопросов; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	– владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1	Энергетические состояния квантовых систем, квантовые переходы.	ПК-1.3.1
2	Равновесное и неравновесное состояние квантовых систем, релаксация.	ПК-1.У.2
3	Спонтанное и вынужденное излучение, коэффициенты Эйнштейна.	ПК-1.В.1
4	Причины уширения спектральной линии.	ПК-2.3.1
5	Структурная схема действия лазера, усиление в квантовой системе.	ПК-3.3.1
6	Способы создания инверсной населенности, многоуровневые схемы накачки	ПК-3.У.1
7	Резонаторы, основные понятия.	ПК-1.3.1
8	Виды резонаторов.	ПК-1.У.2
9	Модуляция добротности в лазерах	ПК-1.В.1
10	Синхронизация мод в многочастотном лазере	ПК-2.3.1
11	He-Ne лазер, диаграмма накачки, конструкция, параметры.	ПК-3.3.1

12	Лазер на рубине, особенности накачки, конструкция, параметры.	ПК-3.У.1
13	Лазерные диоды (ЛД) на одиночной структуре, факторы увеличения порогового тока	ПК-1.3.1
14	ЛД на ДГС, принцип работы, особенности, структура активного вещества	ПК-1.У.2
15	Характеристики ЛД на ДГС	ПК-1.В.1
16	Одночастотные ЛД.	ПК-2.3.1
17	Светоизлучающие диоды, особенности, виды, характеристики	ПК-3.3.1
18	P-i-n фотодиоды (ФД).	ПК-3.У.1
19	Лавинные ФД, недостатки.	ПК-1.3.1
20	Основные параметры и характеристики ФД.	ПК-1.У.2
21	Шумы фотоприемников. Отношение сигнал/шум на выходе ФП.	ПК-1.В.1
22	Оптические усилители (ОУ). Классификация, основные типы.	ПК-2.3.1
23	Параметры и характеристики ОУ.	ПК-3.3.1
24	ОУ на легированном ОВ: функциональная схема, диаграмма накачки, основные параметры, достоинства	ПК-3.У.1

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	Виды квантовых переходов, их особенности.	ПК-1.3.1
2	Спонтанное и вынужденное излучение, свойства.	ПК-1.У.2
3	Коэффициенты Эйнштейна, связь между ними и ее следствия.	ПК-1.В.1
4	Причины уширения спектральной линии оптического источника, однородное и неоднородное уширение.	ПК-2.3.1
5	Поясните механизм усиления в активном веществе.	ПК-3.3.1
6	Функциональная схема и принцип действия лазера.	ПК-3.У.1
7	Трех- и четырехуровневые схемы накачки вспомогательным излучением, пояснить их смысл.	ПК-1.3.1
8	Чем определяется ширина спектра лазера в одночастотном режиме?	ПК-1.У.2
9	Что такое пространственная когерентность?	ПК-1.В.1
10	Что такое временная когерентность?	ПК-2.3.1
11	Как осуществляется модуляция добротности лазера?	ПК-3.3.1
12	В каких лазерах и при каких условиях происходит синхронизация мод?	ПК-3.У.1
13	Устройство и принцип действия лазера на рубине.	ПК-1.3.1
14	Устройство и принцип действия He-Ne лазера.	ПК-1.У.2
15	Устройство и принцип действия полупроводникового гомолазера. Основные недостатки.	ПК-1.В.1

16	Принцип действия лазера на двойной гетероструктуре, его достоинства.	ПК-2.3.1
17	Структура и конструкция лазерного диода (ЛД) с резонатором Фабри-Перо.	ПК-3.3.1
18	Методы реализации одночастотного ЛД.	ПК-3.У.1
19	Принцип действия и структура светоизлучающего диода (СИД). Поверхностный и торцевой СИД.	ПК-1.3.1
20	Нарисуйте модуляционную характеристику и поясните принцип импульсной модуляции в полупроводниковом лазере.	ПК-1.У.2
21	Какими факторами определяется средняя длина волны и вид спектральной характеристики полупроводниковых излучателей.	ПК-1.В.1
22	Энергетическая и частотная модуляционные характеристики полупроводниковых излучателей.	ПК-2.3.1
23	В чем принципиальная разница между светоизлучающими диодами и лазерными диодами?	ПК-3.3.1
24	Сравните основные характеристики светоизлучающих диодов и лазерных диодов.	ПК-3.У.1
25	Сформулируйте достоинства и недостатки каждого.	ПК-1.3.1
26	Почему р-і-п фотодиоды обладают большими чувствительностью и быстродействием по сравнению с обычными фотодиодами?	ПК-1.У.2
27	Опишите принцип действия, назовите преимущества и недостатки ЛФД.	ПК-1.В.1
28	Почему кремниевые ФД не используются в спектральном диапазоне 1,3 – 1,55 мкм?	ПК-2.3.1
29	Назовите источники шумов в фотоприемном устройстве. Какова причина возникновения квантового шума?	ПК-3.3.1
30	Напишите формулу для отношения сигнал\шум на выходе фотоприемного устройства.	ПК-3.У.1
31	Какие виды оптических усилителей (ОУ) вы знаете?	ПК-1.3.1
32	Опишите принцип действия ОУ. Перечислите основные параметры.	ПК-1.У.2
33	Назовите источники шумов в ОУ.	ПК-1.В.1
34	Нарисуйте и поясните функциональную схему ОУ на легированном волокне. Каким требованиям должен удовлетворять его источник накачки?	ПК-2.3.1
35	Сформулируйте достоинства и недостатки каждого.	ПК-3.3.1
36	Почему р-і-п фотодиоды обладают большими чувствительностью и быстродействием по сравнению с обычными фотодиодами?	ПК-3.У.1
37	Опишите принцип действия, назовите преимущества и недостатки ЛФД.	ПК-1.3.1
38	Почему кремниевые ФД не используются в спектральном диапазоне 1,3 – 1,55 мкм?	ПК-1.У.2
39	Назовите источники шумов в фотоприемном устройстве. Какова причина возникновения квантового шума?	ПК-1.В.1
40	Напишите формулу для отношения сигнал\шум на выходе фотоприемного устройства.	ПК-2.3.1
41	Какие виды оптических усилителей (ОУ) вы знаете?	ПК-3.3.1
42	Опишите принцип действия ОУ. Перечислите основные параметры.	ПК-3.У.1
43	Назовите источники шумов в ОУ.	ПК-1.3.1
44	Нарисуйте и поясните функциональную схему ОУ на легированном волокне. Каким требованиям должен удовлетворять его источник накачки?	ПК-1.У.2

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала (*если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*).

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- квантовые переходы в активном веществе лазера;
- оптические резонаторы;
- условия усиления и генерации колебаний в квантовых системах;
- методы модуляции лазерного излучения;
- фотоприемные устройства, параметры и характеристики.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

Практические занятия проводятся в интерактивной форме в виде групповых дискуссий по темам, представленным в таблице 5.

11.3. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Задание и требования к проведению лабораторных работ, структура и форма отчета о лабораторных работах, требованию к оформлению отчета по лабораторной работе сформулированы в методическом пособии:

Пресленев Л.Н. Основы квантовой электроники. Методические указания к выполнению лабораторных работ, СПб. ГУАП. 2015 (электронные материалы кафедры 23)

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчёт формируется в следующем порядке:

1. Титульный лист.

Титульный лист оформляется в соответствии с образцом.

2. Протокол к лабораторной работе с подписью преподавателя или сотрудника.

Протокол к лабораторной работе является лабораторным журналом, содержащим необходимые для выполнения лабораторной работы исходные данные, зафиксированные в процессе выполнения лабораторной работы результаты. Без подписанного преподавателем или сотрудником протокола отчет к защите не принимается.

3. Цель работы.

Цель работы показывает, для чего выполняется работа, например, для получения или закрепления каких навыков, изучения каких явлений, законов и т.п.

4. Краткое содержание работы.

Краткое содержание работы включает теоретическое описание тематики лабораторной работы и обработки полученных данных.

5. Результаты предварительного расчета.

Предварительные расчеты проводятся в соответствии с заданием и позволяют теоретически оценить параметры и характеристики исследуемых процессов и объектов.

6. Обработка результатов.

Обработка результатов включает описание хода выполнения работы, перечень полученных результатов, сопровождающихся необходимыми комментариями, расчетами и промежуточными выводами, схемы, чертежи, графики, диаграммы и т. д.

7. Выводы по результатам выполнения работы.

Выводы по работе делаются на основании обобщения полученных результатов. В выводах также отмечаются все недоработки, по какой-либо причине имеющие место, предложения и рекомендации по дальнейшему исследованию поставленной в работе проблемы и т. п.

8. Приложения.

В приложения выносятся библиографический список, содержащий ссылки на книги, периодические издания, интернет-ресурсы, использованные при выполнении работы и оформлении отчёта. В основном тексте отчёта ссылки на пункты библиографического списка приводятся в следующем виде: [1, стр.2], где 1 – номер пункта, стр. 2 – дополнительное уточнение местоположения в тексте.

В приложение выносятся также справочная и прочая информация, не включённая в основные разделы отчёта.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчёт по лабораторной работе выполняется каждым студентом на листах белой бумаги формата А4 в печатном или рукописном виде. Компьютерное оформление является более предпочтительным, однако допускается частично или полностью аккуратно оформлять отчет от руки. Небрежно оформленные или неразборчиво написанные отчеты отправляются на переделку.

При оформлении отчёта используется сквозная нумерация страниц, считая титульный лист первой страницей. Номер страницы на титульном листе не ставится. Номера страницы ставятся по центру сверху.

При оформлении отчёта в печатном виде желательно соблюдать следующие требования. Для заголовков: полужирный шрифт, 14 пт, центрированный. Для основного текста: нежирный шрифт, 14 пт, выравнивание по ширине. Во всех случаях тип шрифта – Times New Roman, отступ абзаца 1.25 см, полуторный междустрочный интервал. Поля: левое – 3 см, остальные – 2 см.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль знаний проводится в форме тестирования.

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой