

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

ДОЦ., К.Т.Н.

(должность, уч. степень, звание)

В.И. Казаков

(инициалы, фамилия)

В.И. Казаков

(подпись)

«23» июня 2021 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы квантовой электроники»
(Наименование дисциплины)

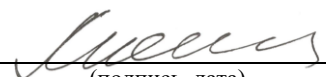
Код направления подготовки/ специальности	12.03.05
Наименование направления подготовки/ специальности	Лазерная техника и лазерные технологии
Наименование направленности	Лазерная техника и лазерные технологии
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург – 2021

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

ДОЦ., К.Т.Н., С.Н.С.
(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)
20.06.21

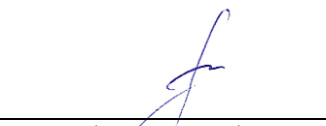
О.Д. Москалец
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 23

«17» мая 2021 г, протокол № 9/21

Заведующий кафедрой № 23


д.т.н., проф.
(уч. степень, звание)


(подпись, дата)
20.06.21

А.Р. Бестугин
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 12.03.05(01)

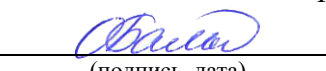
ДОЦ., К.Т.Н.
(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)
20.06.21

В.И. Казаков
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ.
(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)
20.06.21

О.Л. Балышева
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Основы квантовой электроники» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 12.03.05 «Лазерная техника и лазерные технологии» направленности «Лазерная техника и лазерные технологии». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-1 «Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и технологиями производства лазерной техники»

ПК-1 «Способен к разработке технологических процессов изготовления типовых узлов и деталей лазерной техники, лазерных опико-электронных приборов и систем»

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 оптического 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, семинары, самостоятельная работа студентов, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного 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 обязательной части 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
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и технологиями производства лазерной техники	ОПК-1.У.1 уметь применять знания естественных наук и общеинженерные знания в инженерной деятельности и практике
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен к разработке технологических процессов изготовления типовых узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем	ПК-1.3.1 знать принципы построения и состав лазерных приборов, систем; материалы и технологии, используемые для изготовления лазерной техники; методы работы с научно-технической литературой и информацией

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»,
- «Основы оптики»,

– «Основы теории оптических сигналов».

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

- «Нелинейная оптика»,
- «Лазеры и их применение»,
- «Лазерные системы специального назначения»,
- «Лазерные системы локации и навигации».

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
		№5
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	17	17
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.**)	Дифф. Зач.	Дифф. Зач.

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)	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 2.3 Одночастотные и квантово-размерные лазерные диоды 3.3 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	1
2	Спектральные характеристики активной среды лазера	Интерактивная форма групповая дискуссия	2	1	2
3	Виды и особенности оптических резонаторов	Интерактивная форма групповая дискуссия	2	1	3

4	Типы накачки в лазерах и усилителях	Интерактивная форма групповая дискуссия	2	1	4
5	Лазеры с модуляцией добротности и синхронизацией мод	Интерактивная форма групповая дискуссия	2	1	5
6	Материалы полупроводниковой электроники	Интерактивная форма групповая дискуссия	2	2	6
7	Одночастотные лазеры	Интерактивная форма групповая дискуссия	2	2	7
8	Чувствительность фотоприемников прямого и гетеродинного типа	Интерактивная форма групповая дискуссия	3	2	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. сангл. - 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
Дифференцированный зачёт	Список вопросов; Тесты; Задачи.

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; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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»	<ul style="list-style-type: none"> – 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.	ОПК-1.У.1
2	Равновесное и неравновесное состояние квантовых систем, релаксация.	ПК-1.3.1
3	Спонтанное и вынужденное излучение, коэффициенты Эйнштейна.	ОПК-1.У.1
4	Причины уширения спектральной линии.	ПК-1.3.1
5	Структурная схема действия лазера, усиление в квантовой системе.	ОПК-1.У.1
6	Способы создания инверсной населенности, многоуровневые схемы накачки	ПК-1.3.1
7	Резонаторы, основные понятия.	ОПК-1.У.1
8	Виды резонаторов.	ПК-1.3.1
9	Модуляция добротности в лазерах	ОПК-1.У.1
10	Синхронизация мод в многочастотном лазере	ПК-1.3.1
11	He-Ne лазер, диаграмма накачки, конструкция, параметры.	ОПК-1.У.1
12	Лазер на рубине, особенности накачки, конструкция, параметры.	ПК-1.3.1
13	Лазерные диоды (ЛД) на одиночной структуре, факторы увеличения порогового тока	ОПК-1.У.1
14	ЛД на ДГС, принцип работы, особенности, структура активного вещества	ПК-1.3.1
15	Характеристики ЛД на ДГС	ОПК-1.У.1
16	Одночастотные ЛД.	ПК-1.3.1
17	Светоизлучающие диоды, особенности, виды, характеристики	ОПК-1.У.1
18	P-i-n фотодиоды (ФД).	ПК-1.3.1
19	Лавинные ФД, недостатки.	ОПК-1.У.1
20	Основные параметры и характеристики ФД.	ПК-1.3.1
21	Шумы фотоприемников. Отношение сигнал/шум на выходе ФП.	ОПК-1.У.1
22	Оптические усилители (ОУ). Классификация, основные типы.	ПК-1.3.1
23	Параметры и характеристики ОУ.	ОПК-1.У.1
24	ОУ на легированном ОВ: функциональная схема, диаграмма накачки, основные параметры, достоинства	ПК-1.3.1

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.	ОПК-1.У.1
2	Спонтанное и вынужденное излучение, свойства.	ПК-1.3.1
3	Коэффициенты Эйнштейна, связь между ними и ее следствия	ОПК-1.У.1
4	Причины уширения спектральной линии оптического источника, однородное и неоднородное уширение.	ПК-1.3.1

5	Поясните механизм усиления в активном веществе	ОПК-1.У.1
6	Функциональная схема и принцип действия лазера.	ПК-1.3.1
7	Трех- и четырехуровневые схемы накачки вспомогательным излучением, пояснить их смысл.	ОПК-1.У.1
8	Чем определяется ширина спектра лазера в одночастотном режиме?	ПК-1.3.1
9	Что такое пространственная когерентность?	ОПК-1.У.1
10	Что такое временная когерентность?	ПК-1.3.1
11	Как осуществляется модуляция добротности лазера?	ОПК-1.У.1
12	В каких лазерах и при каких условиях происходит синхронизация мод?	ПК-1.3.1
13	Устройство и принцип действия лазера на рубине.	ОПК-1.У.1
14	Устройство и принцип действия He-Ne лазера.	ПК-1.3.1
15	Устройство и принцип действия полупроводникового гомолазера. Основные недостатки	ОПК-1.У.1
16	Принцип действия лазера на двойной гетероструктуре, его достоинства.	ПК-1.3.1
17	Структура и конструкция лазерного диода (ЛД) с резонатором Фабри-Перо.	ОПК-1.У.1
18	Методы реализации одночастотного ЛД.	ПК-1.3.1
19	Принцип действия и структура светоизлучающего диода (СИД). Поверхностный и торцевой СИД.	ОПК-1.У.1
20	Нарисуйте модуляционную характеристику и поясните принцип импульсной модуляции в полупроводниковом лазере.	ПК-1.3.1
21	Какими факторами определяется средняя длина волны и вид спектральной характеристики полупроводниковых излучателей	ОПК-1.У.1
22	Энергетическая и частотная модуляционные характеристики полупроводниковых излучателей.	ПК-1.3.1
23	В чем принципиальная разница между светоизлучающими диодами и лазерными	ОПК-1.У.1
24	диодами?	ПК-1.3.1
25	Сравните основные характеристики светоизлучающих диодов и лазерных диодов.	ОПК-1.У.1
26	Сформулируйте достоинства и недостатки каждого.	ПК-1.3.1
27	Почему р-і-n фотодиоды обладают большими чувствительностью и быстродействием по сравнению с обычными фотодиодами?	ОПК-1.У.1
28	Опишите принцип действия, назовите преимущества и недостатки ЛФД.	ПК-1.3.1
29	Почему кремниевые ФД не используются в спектральном диапазоне 1,3 – 1,55 мкм?	ОПК-1.У.1
30	Назовите источники шумов в фотоприемном устройстве. Какова причина возникновения квантового шума?	ПК-1.3.1
31	Напишите формулу для отношения сигнал\шум на выходе фотоприемного устройства.	ОПК-1.У.1
32	Какие виды оптических усилителей (ОУ) вы знаете?	ПК-1.3.1
33	Опишите принцип действия ОУ. Перечислите основные параметры.	ОПК-1.У.1
34	Назовите источники шумов в ОУ.	ПК-1.3.1

35	Нарисуйте и поясните функциональную схему ОУ на легированном волокне. Каким требованиям должен удовлетворять его источник накачки?	ОПК-1.У.1
36	Напишите формулу для отношения сигнал\шум на выходе фотоприемного устройства.	ПК-1.3.1

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.

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, приходиться 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 участию в семинарах

Основной целью для обучающегося является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умения работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием семинарских занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы занятий является совместная работа преподавателя и обучающегося над решением поставленной проблемы, а поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности.

При подготовке к семинарскому занятию по теме прослушанной лекции необходимо ознакомиться с планом его проведения, с литературой и научными публикациями по теме семинара.

Требования к проведению семинаров

11.3. 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.

11.4. 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)

11.5. 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).

11.6. 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.

11.7. 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».

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