

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

Кафедра № 21

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

К.Т.Н., доц. \_\_\_\_\_

(должность, уч. степень, звание)

Н.В. Поваренкин \_\_\_\_\_

(инициалы, фамилия)

«10» 06 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Квантовые приборы СВЧ»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Радиотехника
Наименование направленности	Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов
Форма обучения	заочная

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

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

[Подпись]  
(подпись, дата)

Смирнов А.М.  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 21

«23».05.2019 г, протокол № 6

Заведующий кафедрой № 21

д.т.н., проф. \_\_\_\_\_  
(уч. степень, звание)

[Подпись]  
(подпись, дата)

А.Ф. Крячко  
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 11.03.01(01)

доц., к.т.н. \_\_\_\_\_  
(должность, уч. степень, звание)

[Подпись]  
(подпись, дата)

К.К. Томчук  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_  
(должность, уч. степень, звание)

[Подпись]  
(подпись, дата)

О.Л. Бальшева  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Квантовые приборы СВЧ» входит в образовательную программу высшего образования по направлению подготовки/ специальности 11.03.01 «Радиотехника» направленности «Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов». Дисциплина реализуется кафедрой «№21».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-3 «Способен осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем»

ПК-4 «Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с ознакомлением студентов с основными понятиями и определениями квантовой электроники; с изучением особенностей диапазона СВЧ и оптического диапазона длин волн; энергетических уровней в активном веществе и условий перехода частиц между энергетическими уровнями; основных с изучением явления взаимодействия квантовых систем с электромагнитным излучением; назначением и классификацией квантовых усилителей и генераторов; принципами работы квантовых парамагнитных усилителей (КПУ) ; изучение принципов действия атомных и молекулярных генераторов.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Основными целями преподавания дисциплины являются : ознакомление студентов с основными понятиями и определениями квантовой электроники; изучение основных особенностей диапазона СВЧ и оптического диапазона длин волн; изучение явления электронного парамагнитного резонанса и принципов работы квантовых парамагнитных усилителей (КПУ) различных типов; изучение принципов действия атомных и молекулярных генераторов, их основных параметров и возможностей применения; получение практических навыков по экспериментальному исследованию явлений квантовой электроники, и особенностей работы электронных и квантовых приборов СВЧ.

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-3 Способен осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем	ПК-3.3.1 знать основные технические характеристики радиотехнических систем ПК-3.У.1 уметь осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем ПК-3.В.1 владеть навыками обоснования и инженерного расчета основных технических характеристик деталей, узлов и устройств радиотехнических систем
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-4.3.1 знать принципы конструирования отдельных деталей, узлов и устройств радиотехнических систем; порядок предоставления разрабатываемых проектов и технической документации на нормоконтроль ПК-4.У.1 уметь выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем; использовать нормативные правовые акты, справочные материалы для корректного проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем ПК-4.В.1 владеть навыками подготовки структурных и функциональных схем радиоэлектронных устройств и систем в соответствии с требованиями технического задания; современными средствами автоматической подготовки проектной и конструкторской документации согласно стандартам серии ЕСКД и СПДС

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных студентами при изучении следующих дисциплин:

- Электроника
- Радиотехнические цепи и сигналы
- Электродинамика и распространение радиоволн

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

- Устройства СВЧ и антенны
- Основы конструирования и технологии производства РЭС

## 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	16	16
в том числе:		
лекции (Л), (час)	8	8
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	8	8
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	128	128
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> 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 и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 6					
Раздел 1. Введение.	2				20
Раздел 2. . Основы квантовой электроники	2		6		36
Раздел 3. . Квантовые парамагнитные усилители (КПУ).	2		2		36

Раздел 4. Квантовые стандарты частоты	2		2		36
Итого в семестре:	8		8		128
Итого:	8	0	8	0	128

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
Раздел 1.	Введение. Особенности СВЧ и оптического диапазонов. Назначение квантовых приборов. Классификация квантовых приборов
Раздел 2.	Основы квантовой электроники Энергетические уровни в активном веществе. Основные понятия и определения в квантовой электронике. Населенности энергетических уровней при термодинамическом равновесии. Переходы микрочастиц между энергетическими уровнями. Спонтанные переходы. Вынужденные (индуцированные) переходы. Соотношения между коэффициентами Эйнштейна. Релаксационные переходы. Ширина спектральной линии. Взаимодействие квантовых систем с электромагнитным излучением. Возможность усиления и генерации в квантовых приборах. Излучение энергии молекулами в резонаторе. Способы создания инверсии населенностей. Эффект Штарка. Эффект Зеемана
Раздел 3.	Квантовые парамагнитные усилители (КПУ). Рабочее вещество. Энергетические уровни парамагнитных ионов. Релаксационные процессы в парамагнитных кристаллах. Электронный парамагнитный резонанс. Анализ работы КПУ. Принцип работы трехуровневой схемы. Расчет инверсной разности населенностей. Параметры и характеристики КПУ. Параметры отражательного однорезонаторного КПУ. Широкополосные КПУ. Параметры КПУ бегущей волны. Собственные шумы КПУ. Конструкции КПУ
Раздел 4.	Квантовые стандарты частоты Устройство и принцип действия атомных и молекулярных генераторов. Рабочее вещество. Генератор на пучке атомов водорода. Параметры и применение атомных и молекулярных генераторов. Пусковой поток Выходная мощность. Ширина линии излучения. Стабильность частоты. Пассивные квантовые стандарты частоты

#### 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)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ /п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 6			
	Исследование характеристик открытого резонатора.	2	2
	Исследование методов внешней модуляции лазерного излучения.	2	2
	Исследование отражательных характеристик в оптическом и инфракрасном диапазонах излучения	2	3
	Исследование газового оптического квантового генератора на He – Ne	2	2
	Всего:	8	

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)	103	103
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	5	5
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)	20	20
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		
Всего:	128	128

#### 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	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
621.372 М 26	Малышев В. А. Основы квантовой электроники и лазерной техники. Учебное пособие. - М.: Высш.шк., 2009. - 543 с.	12
681.58 З 17	Принципы лазеров [учебное пособие] / О. Звелто ; пер.: Д. Н. Козлов, С. Б. Созинов, К. Г. Адамович ; науч. ред. Т. А. Шмаонов. - 4-е изд.. - СПб.: Лань, 2008. - 720 с.	15
530.1 В 31	Вергелес С. Н. Лекции по квантовой электродинамике: учебное пособие. - М.: Физматлит, 2007. - 244 с.	13
621.391. Б 63	Системы лазерной космической связи: учебное пособие. Ч.: 2/ А. Р. Бестугин [и др.]; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб.: ГОУ ВПО "СПбГУАП", 2009. - 169 с.	15
530.1 Н 66	М. Нильсен, И. Чанг. Квантовые вычисления и квантовая информация. пер.: М. Н. Вялый, П. М. Островский ; авт. предисл. К. А. Валиев. Монография. - М.: Мир, 2007. - 822 с.	24
621.38 М 64	Мирошников М.М. Теоретические основы оптико-электронных приборов. Учебное пособие. СПб.: Лань. 2010. 704 с.	26
621.30 К 17	Киселев Л. Г. Квантовая и оптическая электроника. Учебное пособие. М.: URSS. 2-е изд. 2011. 320 с.	16

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 ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

URL адрес	Наименование
<a href="http://goo.gl/Vhq1sU">http://goo.gl/Vhq1sU</a>	Андрушко, Л. М. Электронные и квантовые приборы СВЧ: Учебник для вузов по спец. "Многоканальная электросвязь", "Радиосвязь и радиовещание» / Л. М. Андрушко, Федоров Н. Д. - М.: Радио и связь, 1981. – 207 с.
<a href="http://goo.gl/nJMD70">http://goo.gl/nJMD70</a>	Агравал, Г. Применение нелинейной волоконной оптики: учебное пособие/ Г. Агравал ; ред. И. Ю. Денисюк. - СПб.: Лань, 2011. – 592 с.
<a href="http://goo.gl/M3IGNn">http://goo.gl/M3IGNn</a>	Базовые лекции по электронике: в 2 т. : сборник/ Ж. И. Алферов [и др.]; ред. В. М. Пролейко. - М.: Техносфера, 2009.
<a href="http://goo.gl/1dG7fL">http://goo.gl/1dG7fL</a>	Киселев, Г. Л. Квантовая и оптическая электроника: учебное пособие / Г. Л. Киселев. - 2-е изд., испр. и доп.. - СПб.: Лань, 2011. - 320 с.

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	Мультимедийная лекционная аудитория	
2	Лабораторная «Квантовых приборов СВЧ»	Б.М.,67 ауд.11-01б

## 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;

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»	– 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;



Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

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
	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 / дифференцированного зачета
1	Особенности СВЧ и оптического диапазонов
2	Классификация квантовых приборов
3	Энергетические уровни в активном веществе
4	Основные понятия и определения в квантовой электронике
5	Населенности энергетических уровней при термодинамическом равновесии
6	Переходы микрочастиц между энергетическими уровнями
7	Спонтанные переходы
8	Вынужденные (индуцированные) переходы
9	Релаксационные переходы
10	Ширина спектральной линии
11	Взаимодействие квантовых систем с электромагнитным излучением
12	Возможность усиления и генерации в квантовых приборах

13	Излучение энергии молекулами в резонаторе
14	Способы создания инверсии населенностей
15	Эффект Штарка
16	Эффект Зеемана
17	Квантовые парамагнитные усилители (КПУ)
18	Рабочее вещество
19	Энергетические уровни парамагнитных ионов
20	Релаксационные процессы в парамагнитных кристаллах
21	Электронный парамагнитный резонанс
22	Анализ работы КПУ
23	Принцип работы трехуровневой схемы
24	Расчет инверсной разности населенностей
25	Параметры и характеристики КПУ
26	Параметры отражательного однорезонаторного КПУ
27	Широкополосные КПУ
28	Параметры КПУ бегущей волны
29	Собственные шумы КПУ
30	Конструкции КПУ
31	Квантовые стандарты частоты
32	Устройство и принцип действия атомных и молекулярных генераторов
33	Рабочее вещество
34	Генератор на пучке атомов водорода
35	Параметры и применение атомных и молекулярных генераторов
36	Пусковой поток
37	Выходная мощность
38	Ширина линии излучения
39	Стабильность частоты
40	Пассивные квантовые стандарты частоты

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

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ

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.

### **1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Целью дисциплины является – ознакомление студентов с основными понятиями и определением

- изучение основных особенностей диапазона СВЧ и оптического диапазона длин волн;
- изучение энергетических уровней в активном веществе и условий перехода частиц между энергетическими уровнями;
- изучение явления взаимодействия квантовых систем с электромагнитным излучением;
- ознакомление студентов с основными принципами работы, назначением и классификацией квантовых усилителей и генераторов;
- изучение условий излучения энергии молекулами в резонаторе;
- изучение способов создания инверсии населенностей;
- изучение явления электронного парамагнитного резонанса и принципов работы квантовых парамагнитных усилителей (КПУ) различных типов;
- изучение принципов действия атомных и молекулярных генераторов, их основных параметров и возможностей применения;
- получение практических навыков по экспериментальному исследованию явлений квантовой электроники, и особенностей работы электронных и квантовых приборов СВЧ.

### **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 обучающимся 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:

- изложение материала с использованием доски;
- изложение материала с использованием проектора, демонстрация слайдов,
- пояснение конструкции электронных приборов и блоков с использованием стендов

### **Методические указания для обучающихся по прохождению 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 у 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 дается в виде методического материала, с которым студент работает по формулам, изложенным в лекциях. Изложены в методических указаниях к выполнению лабораторных работ

### **Структура и форма отчета о лабораторной работе**

Структура и форма отчета о лабораторной работе указана в методических пособиях по соответствующим работам

### **Требования к оформлению отчета о лабораторной работе**

Изложены в методических указаниях к выполнению лабораторных работ

Список учебно-методических указаний изданных кафедрой к проведению лабораторных работ

1 Исследование методов внешней модуляции лазерного излучения. Методические указания к выполнению лабораторной работы. Спб 1992. Л.А. Литвинчук, Т.П. Мишура.

2 Исследование газового оптического квантового генератора на Ge – Ne. Методические указания к выполнению лабораторной работы. Спб 1991. Л.А.Литвинчук, Т.П. Мишура.

3 Исследование характеристик открытого резонатора. Методические указания к выполнению лабораторных работ. Спб 1984. В.Г.Александров, Д.А.Литвинчук, Г.Б.Яцевич

### **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).

Примерный перечень тем самостоятельной работы:

1. Оптический квантовый генератор на рубине.
2. ОКГ на ИАГ с неодимом.
3. ОКГ на гелий-неоне (He-Ne).
4. ОКГ на ионах аргона.
5. ОКГ на CO и CO<sub>2</sub>.
6. ОКГ на парах металлов (меди).
7. Газодинамические ОКГ.
8. ОКГ на органических кристаллах.
9. ОКГ на полупроводниках.
10. Лазерная локация.
11. Распространение лазерного излучения.
12. Модуляция оптического излучения.
13. Методы приема лазерного излучения.
14. Классификация и конструкции приемников оптического диапазонов.
15. Отражательные характеристики объектов в оптическом диапазоне.
16. Лазерные сканирующие системы.
17. Лазерные линии связи.
18. Волоконно-оптические системы передачи.

#### **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