

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»

Факультет физико-технический

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

подпись _____ Иванов А.Г.
«23» мая 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.05.01 Квантовая электроника

Направление подготовки 03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль): Радиофизические методы по областям применения
(биофизика)

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Краснодар 2015

Рабочая программа дисциплины «Квантовая электроника» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика.

Программу составил:

Г.Ф. Копытов, профессор кафедры радиофизики
и нанотехнологий ФГФ КувГУ, доктор физ.-мат. наук



Рабочая программа дисциплины утверждена
на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий
протокол № 12 « 21 » мая 2015 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Копытов Г.Ф.
фамилия, инициалы



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры
радиофизики и нанотехнологий
протокол № 12 « 21 » мая 2015 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Копытов Г.Ф.
фамилия, инициалы



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии
физико-технического факультета
протокол № 10 « 29 » мая 2015 г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.
фамилия, инициалы

Carroll

Репензенты

Гаврилов А.И., доцент кафедры физики КубГТУ, канд. физ.-мат. наук

Исаев В.А., заведующий кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий КубГУ, д-р физ.-мат. наук

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

Учебная дисциплина «Квантовая электроника » ставит своей целью сформировать у студентов знания об основных полупроводниковых приборах и устройствах, а также сформировать навыки экспериментальной работы.

1.2 Задачи дисциплины.

- изучение параметров и принципа действия полупроводниковых приборов и устройств;
- формирование навыков практической работы с измерительными приборами.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Квантовая электроника » относится к базовой части Блока 1 учебного плана. Для успешного изучения дисциплины необходимы знания по «Электричеству и магнетизму», «Физике полупроводников» и «Радиоэлектронике». Освоение дисциплины необходимо для изучения «Схемотехники», и других радиотехнических дисциплин.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональной компетенции (ОПК):

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1	ОПК-1	способность к овладению базовыми знаниями в области естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности	конструкции, функциональное назначение, характеристики и принципы работы полупроводниковых приборов	использовать теоретические знания для анализа принципа работы устройств полупроводниковой электроники	навыками работы с измерительными приборами

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач. ед., (180 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы		Всего часов	7-й семестр (часы)
Контактная работа, в том числе:			
Аудиторные занятия (всего):		64	64
Занятия лекционного типа		32	32
Лабораторные занятия		32	32
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		8	8
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3
Самостоятельная работа, в том числе:			
Проработка учебного (теоретического) материала		30	30
Оформление и подготовка к защите лабораторных работ		20	20
Реферат		15	15
Подготовка презентации по теме реферата		7	7
Контроль:			
Подготовка к экзамену		35,7	35,7
Общая трудоёмкость	час.	180	180
	в том числе контактная работа	72,3	72,3
	зач. ед.	5	5

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины. Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 7-м семестре:

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Полупроводниковые резисторы	16	2	-	4	10
2	Полупроводниковые диоды	27	8	-	4	15
3	Транзисторы	33	6	-	12	15
4	Тиристоры	12	2	-	-	10
5	Усилители	30	10	-	8	12
6	Генераторы	18	4	-	4	10
	Итого по дисциплине:		32	-	32	72

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	Полупроводниковые резисторы	Терморезисторы, позисторы. Варисторы, фоторезисторы.	Устный опрос, защита ЛР, реферат, презентация
2	Полупроводниковые диоды	Выпрямительные диоды, стабилитроны, стабисторы.	Устный опрос, защита ЛР, реферат, презентация
3		Высокочастотные диоды, импульсные диоды, варикапы.	
4		Туннельные диоды, обращенные диоды, диоды с барьером Шоттки.	
5		Светодиоды, фотодиоды.	
6	Транзисторы	Биполярный транзистор, его режимы работы, ВАХ и схемы включения. h-параметры транзистора.	Устный опрос, защита ЛР, реферат, презентация
7		Полевой транзистор с управляющим р-п-переходом.	
8		Полевые транзисторы с встроенным и с индуцированным каналами.	
9	Тиристоры	Динистор, тринистор (устройство, физические процессы, характеристики).	Устный опрос, реферат, презентация
10	Усилители	Классификация и характеристики усилителей. Нелинейные искажения. Шумы.	Устный опрос, защита ЛР, реферат, презентация
11		Усилительные каскады с общим эмиттером. Стабилизация рабочей точки.	
12		Усилители мощности. Режимы А, В, АВ. Двухтактные каскады.	
13		Усилители постоянного тока прямого усиления. Дифференциальные каскады. УПТ с преобразованием.	
14		Операционные усилители.	
15	Генераторы	LC-генераторы и RC-генераторы гармонических колебаний.	Устный опрос, защита ЛР, реферат, презентация
16		Генераторы прямоугольных импульсов. Генераторы линейно изменяющегося напряжения.	

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Семинарские занятия – не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование раздела (темы)	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	Полупроводниковые резисторы	Датчики температуры. Исследуются температурные характеристики 7 различных датчиков, включая терморезистор и позистор.	Защита ЛР
2	Полупроводниковые диоды	ВАХ светодиодов. Измеряются ВАХ светодиодов различного цвета.	Защита ЛР
3	Транзисторы	Биполярный транзистор и схемы на его основе. Исследуется транзистор КТ315 и его работа в схемах с общим эмиттером, транзисторного ключа, эмиттерного повторителя, составного транзистора и мультивибратора.	Защита ЛР
4		Элементы автоматики на транзисторах. Изучается работа биполярных транзисторов КТ361 и КТ814 в ключевом режиме в схемах фотореле, термореле, реле времени и сенсорной схеме.	Защита ЛР
5		Полевой транзистор. Измеряются стоко-затворная и выходная ВАХ, определяются начальный ток стока, напряжение отсечки и крутизна для транзистора КП103.	Защита ЛР
6	Усилители	Модульное конструирование электронных устройств. На макетных платах собираются микрофонный усилитель и индикатор уровня звукового сигнала.	Защита ЛР
7		Операционный усилитель и схемы на его основе. Исследуется работа операционного усилителя 140УД7 в составе 11 различных схем.	Защита ЛР
8	Генераторы	Электронные устройства для измерения времени реакции и координации движений. Изучаются различные электронные схемы, имеющие мультивибратор на биполярных транзисторах.	Защита ЛР

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов).

Курсовые работы – не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка теоретического материала	Методические указания по изучению теоретического материала, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от 20.03.2017.
2	Подготовка к защите лабораторных работ	1. Методические указания по выполнению лабораторных работ, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от 20.03.2017. 2. Жужа М.А. Квантовая электроника : лабораторные работы / М.А. Жужа, Е.Н. Жужа, Г.П. Ильченко. – Краснодар: Кубанский государственный университет, 2014. – 43 с.

1	2	3
3	Реферат	Бушенева Ю.И. Как правильно написать реферат, курсовую и дипломную работы: Учебное пособие для бакалавров [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – М.: Дашков и К, 2016. – 140 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/93331 .
		Кузнецов И.Н. Рефераты, курсовые и дипломные работы. Методика подготовки и оформления [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – М.: Дашков и К, 2016. – 340 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/93303 .
4	Подготовка презентации по теме реферата	Вылегжанина А.О. Деловые и научные презентации [Электронный ресурс]: учебное пособие – Электрон. дан. – М., Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 115 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=446660 .

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

При реализации учебной работы по освоению дисциплины «Квантовая электроника» используются современные образовательные технологии:

– информационно-коммуникационные технологии;

– проблемное обучение.

На лекции выносятся 80 % материала, изложенного в программе дисциплины. Остальные 20 % материала выносятся для самостоятельного изучения. При объяснении нового материала используются проблемное изложение, поисковая беседа и презентация с обсуждением. Часть учебного материала предьявляется также и в электронном виде для ознакомления и изучения. Благодаря этому сокращается время на конспектирование лекционных занятий, что позволяет показывать наглядные пособия, обсуждать современные достижения науки и техники и разбирать конкретные проблемные ситуации, возникавшие в процессе исторического развития полупроводниковой электроники.

В течение семестра студенты, используя литературу и материалы из Интернета, должны подготовить реферат, презентацию по теме реферата и выступить с презентацией на лекционном занятии.

На лабораторных занятиях студенты, применяя на практике теоретические знания, измеряют характеристики полупроводниковых, собирают на макетных панелях электронные схемы, учатся работать с цифровыми и аналоговыми измерительными приборами. Лабораторные работы выполняются малыми группами студентов по 2 человека.

Эффективность учебной деятельности студентов оценивается по рейтинговой системе.

В учебном процессе используются следующие активные и интерактивные формы проведения занятий: презентация с обсуждением, поисковая беседа, работа в малых группах, дискуссия.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Текущий контроль:

- контрольные вопросы по разделам учебной программы;
- защита лабораторных работ;
- реферат;
- презентация по теме реферата;
- внутрисеместровая аттестация.

Промежуточный контроль:

- экзамен.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации.

4.1.1 Примеры контрольных вопросов по разделам учебной программы.

Контрольные вопросы предназначены:

- для устного опроса на лекционных занятиях;
- для внутрисеместровой аттестации;
- в качестве дополнительных теоретических вопросов при сдаче студентами отчетов по лабораторным работам.

Раздел 1. Полупроводниковые резисторы.

Чем отличаются полупроводниковые резисторы от «обычных»?

Чем терморезистор отличается от позистора?

Чем фоторезистор отличается от фотодиода?

Раздел 2. Полупроводниковые диоды.

Перечислите различные типы диодов.

Какими параметрами характеризуется каждый тип диодов?

Почему выпрямительный диод не может работать как высокочастотный детекторный?

Раздел 3. Транзисторы.

Каковы пороговые напряжения открывания кремниевого и германиевого транзисторов?

Каково напряжение коллектор – эмиттер у транзистора в режиме насыщения?

Каким образом возникает индуцированный канал у МДП-транзистора?

Раздел 4. Тиристоры.

Объясните физический смысл характерных участков на вольтамперной характеристике тиристора.

Как выглядит эквивалентная схема тиристора?

Где применяются тиристоры?

Раздел 5. Усилители.

Что представляет собой амплитудная характеристика усилителя?

В чём причина частотных искажений сигнала в усилителях?

Какие недостатки имеет простейший усилительный каскад с общим эмиттером и фиксированным током базы?

Раздел 6. Генераторы.

Какие два условия необходимы для существования автоколебательного режима в LC-генераторе?

Что такое «трехточечная схема» генератора?

Для чего необходим кварцевый резонатор?

4.1.2 Примерные темы рефератов.

1. Терморезисторы (позисторы, варисторы, фоторезисторы): принцип работы, конструкция, характеристики, основные схемы включения.
2. СВЧ диоды.
3. Мигающие светодиоды.
4. Однопереходной транзистор.
5. Лавинный транзистор.
6. Фототранзисторы.
7. Фототиристор.
8. Обратная связь в усилителях.
9. Микросхемы усилителей звуковой частоты.
10. Полупроводниковый генератор шума.
11. Блокинг-генератор.
12. Генераторы сигналов специальной формы.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Перечень вопросов, выносимых на экзамен:

1. Терморезисторы, позисторы: конструкция, принцип работы, характеристики.
2. Варисторы: конструкция, принцип работы, характеристики.
3. Выпрямительные диоды: конструкция, принцип работы, характеристики.
4. Стабилитроны и стабилитроны: конструкция, принцип работы, характеристики.
5. Высокочастотные и импульсные диоды: конструкция, принцип работы, характеристики.
6. Варикапы: конструкция, принцип работы, характеристики.
7. Туннельные и обращенные диоды: конструкция, принцип работы, характеристики.
8. Диоды с барьером Шоттки: конструкция, принцип работы, характеристики.
9. Светодиоды: конструкция, принцип работы, характеристики.
10. Фотодиоды: конструкция, принцип работы, характеристики.
11. Биполярный транзистор, его режимы работы, схемы включения и вольт-амперные характеристики. h -параметры транзистора.
12. Полевой транзистор с управляющим р-п-переходом.
13. МДП-транзистор с встроенным каналом. МДП-транзистор с индуцированным каналом.
14. Тиристоры: устройство, физические процессы, характеристики.
15. Классификация усилителей. Коэффициент усиления. КПД. Входное и выходное сопротивления. Амплитудная характеристика. Динамический диапазон. Нелинейные искажения. Шумы. ФЧХ.
16. Усилительные каскады с общим эмиттером. Стабилизация рабочей точки.
17. Усилители мощности. Режимы А, В, АВ. Двухтактные каскады.
18. Усилители постоянного тока прямого усиления. Дрейф. Дифференциальные каскады. УПТ с преобразованием.
19. Операционный усилитель: характеристики и основные схемы включения.
20. LC-генератор гармонических колебаний.
21. RC-генератор гармонических колебаний.
22. Мультивибратор.
23. Блокинг-генератор.
24. Генератор линейно изменяющегося напряжения.

Экзамен по дисциплине «Квантовая электроника» сдается в письменной форме по билетам, утвержденным в установленном порядке.

Рекомендуются следующие критерии оценки знаний.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется в том случае, если студент демонстрирует:

- поверхностное знание теоретического материала;
- незнание основных законов, понятий и терминов учебной дисциплины, неверное оперирование ими;
- грубые стилистические и речевые ошибки.

Оценка **«удовлетворительно»** ставится студентам, которые при ответе:

- в основном знают учебно-программный материал в объёме, необходимом для предстоящей учебы и работы по профессии;
- в целом усвоили основную литературу;
- в ответах на экзаменационные вопросы имеют нарушения в последовательности изложения учебного материала, демонстрируют поверхностные знания вопроса;
- имеют краткие ответы только в рамках лекционного курса;
- приводят нечеткие формулировки физических понятий и законов;
- имеют существенные погрешности и грубые ошибки в ответе на вопросы экзаменационного билета.

Оценка **«хорошо»** ставится студентам, которые при ответе:

- обнаруживают твёрдое знание программного материала, который излагают систематизировано, последовательно и уверенно;
- усвоили основную и наиболее значимую дополнительную литературу;
- допускают отдельные погрешности и незначительные ошибки при ответе;
- в устных ответах не допускает серьезных ошибок и легко устраняет отдельные неточности с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

Оценка **«отлично»** ставится студентам, которые при ответе:

- обнаруживают всестороннее систематическое и глубокое знание программного материала (знание основных понятий, законов и терминов учебной дисциплины, умение оперировать ими);
- излагают материал логично, последовательно, развернуто и уверенно;
- излагают материал с достаточно четкими формулировками, подтверждаемыми графиками, цифрами или примерами;
- владеют научным стилем речи;
- демонстрируют знание материала лекций, базовых учебников и дополнительной литературы.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;
- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;
- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1 Основная литература:

1. Игумнов Д.В. Основы полупроводниковой электроники [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Д.В. Игумнов, Г.П. Костюнина. – Электрон. дан. – М.: Горячая линия-Телеком, 2011. – 394 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5157>.
2. Бурбаева Н.В. Основы полупроводниковой электроники [Электронный ресурс]: учеб. пособие. – Электрон. дан. – М.: Физматлит, 2012. – 312 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5261>.
3. Новожилов О.П. Электроника и схемотехника в 2 ч. [Электронный ресурс]: учебник для академического бакалавриата / О.П. Новожилов. – М.: Юрайт, 2017. – 382 с. – (Серия: Бакалавр. Академический курс). – Режим доступа: www.biblio-online.ru/book/9C9A15AD-47A5-4719-B5A2-E1C27357A56C.
4. Жужа М.А. Квантовая электроника : лабораторные работы / М.А. Жужа, Е.Н. Жужа, Г.П. Ильченко. – Краснодар: Кубанский государственный университет, 2014. – 43 с.
5. Кузовкин В.А. Электротехника и электроника: учебник для бакалавров: учебное пособие для студентов вузов / В.А. Кузовкин, В.В. Филатов; Моск. гос. технол. ун-т. – М.: Юрайт, 2013. – 431 с. – (Бакалавр. Углубленный курс).

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.2 Дополнительная литература:

1. Старосельский В.И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники: учебник для академического бакалавриата / В.И. Старосельский; Нац. исслед. ун-т. – М.: Юрайт, 2016.
2. Новожилов О.П. Электроника и схемотехника: учебник для академического бакалавриата: учебник для студентов вузов, обучающихся по инженерно-техническим направлениям и специальностям: [в 2 ч.] / О.П. Новожилов. – М.: Юрайт, 2016.
3. Новожилов О.П. Электротехника и электроника: учебник для бакалавров: учебник для студентов вузов / О.П. Новожилов; Моск. гос. индустриальный ун-т. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Юрайт, 2013. – 653 с. – (Бакалавр. Базовый курс).
4. Смирнов Ю.А. Физические основы электроники: учебное пособие / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. – СПб.: Лань, 2013. – 560 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература).
5. Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: учебник для студентов вузов / В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев. – М.: Высшая школа, 2008. – 798 с. – (Электронная техника).
6. Миловзоров О.В. Электроника: учебник для студентов вузов / О.В. Миловзоров, И.Г. Панков. – М.: Высшая школа, 2008. – 288 с.

5.3 Периодические издания:

В библиотеке КубГУ имеются следующие периодические издания по профилю дисциплины:

В мире науки.
Вестник связи.
Зарубежная радиоэлектроника.
Известия ВУЗов. Серия: Приборостроение.
Известия ВУЗов. Серия: Радиофизика.
Известия ВУЗов. Серия: Радиоэлектроника.
Микроэлектроника.
Радио.
Радиотехника.
Радиотехника и электроника.
Радиотехника. Реферативный журнал. ВИНТИ.
Сенсор.
Схемотехника.
Телекоммуникации.
Технологии и средства связи.
Успехи современной радиоэлектроники.
Электроника.
Электроника. Реферативный журнал. ВИНТИ.
Электроника: наука, технология, бизнес.
Электросвязь.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам – URL: <http://window.edu.ru/>.
2. Федеральный образовательный портал – URL: http://www.edu.ru/db/portal/sites/res_page.htm.
3. Каталог научных ресурсов – URL: <http://www.scintific.narod.ru/literature.htm>.
4. Большая научная библиотека – URL: <http://www.sci-lib.com/>.
5. Раздел «Физика» Естественно-научного образовательного портала – URL: <http://www.en.edu.ru/catalogue/304>.
6. Раздел «Полупроводники» образовательного проекта А.Н. Варгина «Физика, химия, математика студентам и школьникам» – URL: http://www.ph4s.ru/books_tehnika.html.
7. Раздел «Технические науки (Радиофизика. Радиоэлектроника. Квантовая электроника и др.)» образовательного проекта А.Н. Варгина «Физика, химия, математика студентам и школьникам» – URL: http://www.ph4s.ru/book_ph_poluprovodnik.html.
8. Клуб 155: материалы по программированию, полупроводниковой электронике и схемотехнике – URL: <http://www.club155.ru/>.
9. Информационные ресурсы Научной библиотеки КубГУ – URL: <http://www.kubsu.ru/ru/university/library/resources>.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

Для успешного освоения дисциплины «Квантовая электроника » при самостоятельной работе студент должен иметь:

- 1) конспект лекций в бумажном или электронном виде;
- 2) учебник (учебное пособие) в соответствии со списком литературы;
- 3) тетрадь для лабораторных работ.

Самостоятельная работа содержит следующие виды учебной деятельности студентов:

- теоретическую самоподготовку к лабораторным занятиям и к экзамену по конспектам и учебной литературе;
- оформление отчетов по результатам лабораторных работ (о выполненной лабораторной работе студенты отчитываются преподавателю на следующем (очередном) лабораторном занятии);
- подготовка реферата по одной из тем учебной дисциплины;
- подготовка презентации по теме реферата и выступление с докладом на одном из лекционных занятий.

Студенту необходимо систематически работать в течение семестра по изучению теоретического материала и приобретению навыков экспериментальной работы.

Для запоминания лекционного материала (в том числе и в период подготовки к экзамену) студенту необходимо хорошо знать свойства памяти и активно пользоваться мнемотехническими приемами, известными из учебной дисциплины «Психология и педагогика». Методические рекомендации по запоминанию можно найти и в Интернете по ключевым словам: «память», «мнемоника», «мнемотехника», «как запомнить учебный материал». Желательно также ознакомиться с приемами конспектирования, т.е. со способами сокращения записи слов и словосочетаний, например, применяемыми в словарях и энциклопедиях.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

Успешность освоения студентом учебной дисциплины отражается в его рейтинге – сумме баллов, которая формируется в течение семестра по результатам устных опросов, выполненного реферата, презентации, внутрисеместровой аттестации и защит лабораторных работ.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

8.1 Перечень информационных технологий.

1. Консультирование посредством электронной почты.

8.2 Перечень информационных справочных систем:

1. Электронный каталог научной библиотеки КубГУ (<http://212.192.134.46/MegaPro/Web>).
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» (http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red).
3. Электронная библиотечная система издательства «Лань» (<https://e.lanbook.com/>).
4. Электронная библиотечная система «Юрайт» (<https://www.biblio-online.ru/>).

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Аудитория 317с, оснащенная переносным проектором и меловой доской.
2.	Семинарские занятия	- (Учебным планом семинарские занятия не предусмотрены.)
3.	Лабораторные занятия	Аудитория 317с, оснащенная оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ.
4.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория 317с, оснащенная переносным проектором и меловой доской.
5.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория 317с, оснащенная переносным проектором и меловой доской.
6.	Самостоятельная работа	Аудитория 311с, оснащенная компьютерной техникой с подключением к сети Интернет.