

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Забайкальский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Энергетический факультет
Кафедра Физики и техники связи

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Энергетический факультет

Батухтин Андрей
Геннадьевич

«_____» _____ 20____
г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.04 Электронные квантовые приборы и микроэлектроника
на 216 часа(ов), 6 зачетных(ые) единиц(ы)
для направления подготовки (специальности) 11.03.02 - Инфокоммуникационные
технологии и системы связи

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом
Министерства образования и науки Российской Федерации от
«_____» _____ 20____ г. № _____

Профиль – Оптические системы и сети связи (для набора 2021)
Форма обучения: Заочная

1. Организационно-методический раздел

1.1 Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

Целью освоения дисциплины «Электронные квантовые приборы и микроэлектроника» является подготовка студентов к решению задач, связанных с рациональным выбором элементной базы при разработке радиоэлектронной и коммуникационной аппаратуры, квалифицированной эксплуатации микроэлектронной аппаратуры, а также приобретение навыков работы и знаний по работе с электронными приборами и микроэлектронными изделиями.

Задачи изучения дисциплины:

Задачи освоения дисциплины состоят в формировании у студентов знаний по дисциплине, достаточных для самостоятельного использования математического аппарата и методов электродинамического описания явлений и процессов для разработки и использования радиоэлектронных устройств различного назначения. В результате изучения дисциплины студенты должны приобрести знания, навыки и умения, имеющие не только самостоятельное значение, но и обеспечивающие базовую подготовку для усвоения ряда последующих дисциплин: - изучение элементной базы электронных устройств и физических процессов, лежащих в основе их работы; - изучение принципов построения и принципов работы электронных устройств; - приобретение студентами знаний и навыков, необходимых для формирования глубокого понимания принципов функционирования электронной телекоммуникационной аппаратуры.

1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Учебная дисциплина «Электронные квантовые приборы и микроэлектроника» входит в блок Б1.В.04 и является дисциплиной части формируемой участниками образовательных отношений. Изучение дисциплины основывается на ранее изученных дисциплинах: высшей математики, физики, материалов и компонент электронной техники. Для успешного изучения этой дисциплины студентами должны быть усвоены следующие разделы данных дисциплин: дифференциальное исчисление; интегральное исчисление; дифференциальные уравнения; электричество и магнетизм; оптика и квантовая природа излучения; квантовая механика и статистика; основные законы и положения физики твёрдого тела и физики полупроводников; электрические и контактные явления в твёрдых телах; физические явления в p-n – переходе и информатики. Дисциплина изучается на 3 курсе, в 5 и 6 семестрах.

1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы), 216 часов.

Виды занятий	Семестр 5	Семестр 6	Всего часов

Общая трудоемкость			216
Аудиторные занятия, в т.ч.	8	12	20
Лекционные (ЛК)	4	4	8
Практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	0	4	4
Лабораторные (ЛР)	4	4	8
Самостоятельная работа студентов (СРС)	64	96	160
Форма промежуточной аттестации в семестре	Зачет	Экзамен	36
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)			

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы		Планируемые результаты обучения по дисциплине
Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции, формируемые в рамках дисциплины	Дескрипторы: знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности
УК-8	Уметь поддерживать безопасные условия жизнедеятельности; выявлять признаки, причины и условия возникновения чрезвычайных ситуаций; оценивать вероятность возникновения потенциальной опасности и принимать меры по ее предупреждению;	<p>Знать: технику безопасности при работе в лаборатории с повышенной опасностью, этапы экспериментальных исследований и основы измерения в области инфокоммуникаций;</p> <p>Уметь: квалифицированно выбирать и применять средства измерений в профессион. деятельности</p> <p>Владеть: методами вероятности оценивания возникновения</p>

		потенциальной опасности
ПК-1	Знает порядок и последовательность проведения работ по обслуживанию радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем различного назначения ;	<p>Знать: физические процессы и явления, лежащие в основе работы полупроводниковых, электровакуумных и оптоэлектронных приборов;</p> <p>Уметь: оценивать технические возможности и выработать рекомендации по построению телекоммуникационных систем и сетей, их элементов и устройств</p> <p>Владеть: современными техническими возможностями и выработать рекомендации по построению телекоммуникационных систем и сетей, их элементов и устройств</p>
ПК-4	навыками проведения ремонтно восстановительных работ	<p>Знать: принципы действия, схем включения и режимы работы электронных квантовых приборов;</p> <p>Уметь: проводить анализ физических процессов, происходящих в электронных квантовых устройствах; определять дифференциальные параметры электронных приборов по их статическим характеристикам;</p> <p>Владеть: навыками проведения ремонтно восстановительных работ</p>

3. Содержание дисциплины

3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

3.1 Структура дисциплины для заочной формы обучения

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Темы раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			С Р С
					Л К	П З (С	Л Р	

						3)		
1	1.1	Полупроводниковые приборы	Полупроводниковые диоды и их применение. Биполярные транзисторы. Полевые транзисторы. Различные полупроводниковые приборы .	50	4	0	4	42
2	2.1	Различные полупроводниковые приборы	Электронные устройства на биполярных и полевых транзисторах. Устройства цифровой электроники.	22	0	0	0	22
3	3.1	Оптоэлектронные и квантовые приборы	Светодиоды. Лазеры. Фотоприемники. Оптроны .	68	4	4	4	56
4	4.1	Микроэлектроника	Микроэлектроника	40	0	0	0	40
Итого				180	8	4	8	160

3.2. Содержание разделов дисциплины

3.2.1. Лекционные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Биполярные транзисторы. Полевые транзисторы.	Устройство и принцип действия транзистора, назначение и способы изготовления. Схемы включения: с общей базой, общим эмиттером и общим коллектором. Режимы работы: активный, отсечки, насыщения, инверсный. Работа транзистора в активном режиме. Потенциальная диаграмма. Инжекция неосновных носителей в эмиттерном переходе, движения носителей в базовой области, экстракция неосновных носителей в коллекторном переходе. Коэффициенты инжекции и передачи тока эмиттера. Связь между токами электродов. Распределение концентрации неосновных носителей	4

			<p>в базе транзистора при различных включениях переходов. Статические характеристики биполярных транзисторов в схемах с общей базой и общим эмиттером (входные, выходные, прямой передачи, обратной связи). Эквивалентные схемы и параметры биполярных транзисторов. Физические параметры: коэффициенты передачи токов эмиттера и базы; дифференциальные сопротивления, барьерная и диффузионная емкости эмиттерного и коллекторного переходов; объемные сопротивления областей транзистора. Модель Эберса-Молла. Малосигнальные эквивалентные схемы: Т-образная и П-образная эквивалентные схемы. Транзистор как линейный четырехполюсник, системы его дифференциальных параметров и соответствующие эквивалентные схемы. Связь h-параметров с физическими параметрами. Устройство и принцип действия. Классификация полевых транзисторов, технологические и конструктивные особенности. Полевые транзисторы с управляющим электронно-дырочным переходом и с изолированным затвором: режимы работы с обогащением и обеднением канала. Схемы включения с общим истоком, общим затвором и общим стоком</p>	
3	3.1	Лазеры. Фото приемники	<p>Волоконно-оптические усилители и лазеры. Свето-излучающие диоды для волоконно-оптических систем. Сравнительная характеристика лазеров и светодиодов. Принцип работы фотоприемных приборов. Характеристики, параметры и модели фотоприемников. Фотодиоды на основе p-n перехода. Фотодиоды с p-i-n структурой. Фотодиоды Шоттки. Фотодиоды с гетероструктурой. Лавинные</p>	4

			фотодиоды.	
4				

3.2.2. Практические занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
3	3.1	Светодиоды. Фотоприемники	Источники излучения. Приемники излучения	4
4				

3.2.3. Лабораторные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Различные полупроводниковые приборы	Исследование АЧХ усилителя. Исследование дифференциального усилителя.	4
3	3.1	Светодиоды	Исследования характеристик оптических источников	4
4				

3.3. Содержание материалов, выносимых на самостоятельное изучение

Модуль	Номер раздела	Содержание материалов, выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной деятельности	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Электропроводность полупроводников. Физические процессы в электронно-дырочных переходах и контактах. Диоды с барьером Шоттки, параметры, сравнение с обычными диодами, применения. Туннельные диоды, особенности устройства, вольтамперная характеристика,	Конспект; Эксп; Эл ресурсы; Подготовка к защите лаб раб, подготовка к коллоквиуму	42

параметры, применения.
Диоды со структурой p-i-n типа, принцип работы, параметры, применение.
Определение h-параметров по статистическим характеристикам.
Частотные свойства биполярных транзисторов. Граничные частоты. Предельные частоты коэффициентов передачи по току и мощности. Методы улучшения частотных свойств. Дрейфовые транзисторы.
Особенности устройства высокочастотных и сверхвысокочастотных транзисторов. Ключевой режим работы биполярных транзисторов.
Импульсные транзисторы. Предельно-допустимые эксплуатационные параметры. Тепловые и электрические параметры.
Механические и климатические воздействия. Влияние излучения на работу транзистора.
Долговечность и экономичность. Разброс параметров и характеристик, взаимозаменяемость транзистора.
Статистические характеристики, триодная и пентодная области характеристик.
Дифференциальные параметры: крутизна,

		<p>внутреннее сопротивление и статический коэффициент усиления. Емкости. Эквивалентная схема. Частотные свойства. Области применения полевых транзисторов. Теплоэлектрические полупроводниковые приборы: термистор, болометр и термоэлемент: устройство, параметры, применение. Полупроводниковые резисторы и варисторы. Датчики Холла. Шумы и шумовые параметры полупроводниковых приборов.</p>		
2	2.1	<p>Электронные устройства на биполярных и полевых транзисторах. Устройства цифровой электроники</p>	<p>Конспект; Эл ресурсы;</p>	22
3	3.1	<p>Фотометрические и энергетические характеристики оптического излучения. Использование вынужденных переходов для усиления электромагнитного поля. Излучатели на основе гетероструктур. Фототранзисторы. Фототиристоры. Основные характеристики и параметры фоторезистора. ПЗС-приемные фотоприборы. Электрическая модель оптрона. Резисторные оптопары</p>	<p>Конспект; Эксп; Эл ресурсы; Подготовка к защите лаб раб, подготовка к тестированию,</p>	56
4	4.1	<p>Температурные</p>	<p>Конспект; Эксп; Эл</p>	40

	<p>коэффициенты сопротивлений и емкостей пассивных элементов полупроводниковых ИМС, их основные отличия от дискретных пассивных компонентов. Способы изоляции между компонентами ИМС и их особенности. Способ изоляции элементов в полупроводниковых ИМС, выполненных на основе биполярных структур и последовательность технологических операций при их изготовлении. Гибридные интегральные микросхемы (микросборки). Особенности толсто пленочных и тонко пленочных ИМС, а также параметры и характеристики их пассивных элементов (резисторов, конденсаторов, индуктивностей). Основные этапы сборки и типы корпусов для полупроводниковых и гибридных ИМС.</p>	<p>ресурсы; Подготовка докладов</p>	
--	---	-------------------------------------	--

4. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлен в приложении.

[Фонд оценочных средств](#)

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Основная литература

5.1.1. Печатные издания

1. 1.Миловзоров, Олег Владимирович. Электроника : учебник / Миловзоров Олег Владимирович, Панков Иван Григорьевич. - 4-е изд., стер. - Москва : Высшая школа, 2008. - 288 с. : ил. - ISBN 978-5-06-004428-7 . 2.Щука А . А. Электроника : учеб. пособие / Щука Александр Александрович. - 2-е изд. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2008. - 752 с. : ил. - (Учебная литература для вузов). - ISBN 978-5-9775-0160-6. 3. Жаворонков, Михаил Анатольевич. Электротехника и электроника : учеб. пособие / Жаворонков Михаил Анатольевич, Кузин Александр Владимирович. - 3-е изд., стер. - Москва : Академия, 2010. - 400 с. - (Высшее профессиональное образование). - ISBN 978-5-7695-7041-4 . 4. Гребнев, А. К. Оптоэлектронные элементы и устройства / Гребнев Анатолий Константинович, Гридин Владимир Николаевич, Дмитриев Виктор Петрович; под ред. Ю.В. Гуляева. - Москва : Радио и связь, 1998. - 336с : ил. - ISBN 5-256-01385-8 : 45-00. 20экз 5. Электронные, квантовые приборы и микроэлектроника: Учеб. Пособие для вузов/ Ю.Л. Бобровникова, С.А. Корнилов, И.А. Кратиков и др.; Под ред. Проф. Н.Д. Федорова.-М.: Радио и связь, 2002-560с.: ил. ISBN 5-256-01169-3, 15 экз 6. Мусаев, Э. С. Оптоэлектронные устройства на полупроводниковых излучателях / Мусаев Эльдар Сейфатович. - Москва : Радио и связь, 2004. - 208с.: ил. - ISBN 5-256-01711-Х: 181-50. 13 экз

5.1.2. Издания из ЭБС

1. 1. Кобыльский, В.А. Электротехника и электроника : учеб. пособие / В. А. Кобыльский. - Чита : ЗабГУ, 2015. - 167 с. - ISBN 978-5-9293-1491-9 . [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://mpro.zabgu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/492> 2. Основы оптоэлектроники и лазерной техники [Электронный ресурс] / И.А. Щапова - М. : ФЛИНТА, 2017. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976500404.html>

5.2. Дополнительная литература

5.2.1. Печатные издания

1. 1.Бобровский Ю. Л. Электронные, квантовые приборы и микроэлектроника : учеб. пособие / Бобровский Юрий Львович, Корнилов Сергей Александрович, Кратиров Игорь Алексеевич и др.; под ред. Н.Д. Федорова. - Москва : Радио и связь, 2002. - 560с. : ил. - ISBN 5-256-01169-3 2. Лазарева, С. В. Электротехника и электроника : учеб. пособие : Ч. 1 / Лазарева Светлана Валерьевна, Шойванов Юрий Ринчинович, Дейс Данил Александрович. - Чита : ЧитГУ, 2009. - 148с. - ISBN 978-5-9293-0478-1. 3. Каганов В.И. Основы радиоэлектроники и связи : учеб. пособие / Каганов Вильям Ильич, Битюков Владимир Ксенофонтович. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2007. - 542 с. : ил. - (Учебное пособие). - ISBN 5-93517-236-4. 4. Прянишников В. А. Электроника : полный курс лекций / Прянишников Виктор Алексеевич. - 6-е изд. - Санкт-Петербург : КОРОНА Век, 2009. - 416с. : ил. - ISBN 978-5-7931-0520-0 . 5. Бульчев, А. Л. Электронные приборы / Бульчев Анатолий Леонидович, Лямин Петр Михайлович, Тулинов Евгений Станиславович. - Москва : Лайт ЛТД, 2000. - 416с. : ил. - ISBN 5-89818-048-6 : 96-00. 5 экз 6. Электронные приборы и устройства на их основе : справочная книга / Быстров Юрий Александрович [и др.]; под ред. Ю.А. Быстрова. - 2-е изд., перераб.и доп. - Москва : ИП РадиоСофт, 2002. - 656с. : ил. - ISBN 5-93037-082-6 : 328-00. 4 экз 7. О.Н. Ермаков Прикладная оптоэлектроника, Москва: Техносфера, 2004.-416с. 5 экз 8. Дудкин, В. И. Квантовая электроника. Приборы и их применение : учеб. пособие / Дудкин Валентин Иванович,

Пахомов Лев Николаевич. - Москва : Техносфера, 2006. - 432 с. - ISBN 5-94836-076-8 : 238-00 10 экз

5.2.2. Издания из ЭБС

1. 1. Венславский, В.Б. Учебное проектирование электронных устройств : учеб. пособие В. Б. Венславский. - Чита : ЗабГУ, 2015. - 182 с. - ISBN 978-5-9293-1408-7. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://mpro.zabgu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/367> 2. Миловзоров, Олег Владимирович. Основы электроники : Учебник / Миловзоров Олег Владимирович; Миловзоров О.В., Панков И.Г. - 6-е изд. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 344. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-03249-9 : 131.86. Ссылка на ресурс: <https://www.biblio-online.ru/book/315CB54F-50A2-497B-B1B7-EE168CCA36AA>

5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Название	Ссылка
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru
Научная Электронная Библиотека	http://www.e-library.ru

6. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, ABBYY FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МегаПро".

Программное обеспечение специального назначения:

1) 1С-Битрикс: Корпоративный портал - Компания 1С: Предприятие 8. Комплект для обучения в высших и средних учебных заведениях 7-Zip ABBYY FineReader Adobe Audition Adobe Flash Adobe In Design Adobe Lightroom Adobe Photoshop

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование помещений для проведения учебных занятий и для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закрепленной расписанием по факультету
Учебные аудитории для проведения практических занятий	
Учебные аудитории для промежуточной аттестации	
Учебные аудитории для проведения	Состав оборудования и технических средств

групповых и индивидуальных консультаций	обучения указан в паспорте аудитории, закрепленной расписанием по кафедре
Учебные аудитории для текущей аттестации	

8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Лекции являются основным источником теоретического материала по дисциплине «Электронные квантовые приборы и микроэлектроника». Посещение и конспектирование лекций является обязательной составляющей успешного освоения дисциплины обучающимися.

Для эффективного освоения материала дисциплины «Электромагнитные поля и волны» необходимо выполнение следующих требований:

- обязательное посещение всех лекционных и практических занятий, способствующее системному овладению материалом курса;
- все вопросы соответствующих разделов и тем по дисциплине необходимо фиксировать (на любых носителях информации);
- обязательное выполнение домашних заданий является важнейшим требованием и условием формирования целостного и системного знания по дисциплине;
- обязательность личной активности каждого студента на всех занятиях по дисциплине;
- в случаях неясности каких-либо вопросов, обсуждаемых на занятиях, необходимо задать соответствующие вопросы преподавателю, а не оставлять их непонятыми;
- в случаях пропусков занятий по уважительным причинам студентам предоставляется право подготовки и представления заданий и ответов на вопросы изученного материала, с расчетом на помощь преподавателя в его усвоении;
- в случаях пропусков без уважительной причины студент обязан самостоятельно изучить соответствующий материал;
- необходимым условием является самостоятельность и инициативность студентов при контроле набора баллов по дисциплине для успешного прохождения промежуточной аттестации.

Порядок организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов предполагает:

- самостоятельный поиск, обработку (анализ, синтез, обобщение и систематизацию), адаптацию необходимой по дисциплине информации;
- выполнение заданий для самостоятельной работы;
- изучение и усвоение теоретического материала, представленного на лекционных занятиях и в соответствующих литературных источниках (рекомендуемая основная и дополнительная литература);
- самостоятельное изучение отдельных вопросов курса;
- подготовка к практическим и лабораторным занятиям, в соответствии с рекомендациями преподавателя (выполнение конкретных заданий, соответствующие организационные действия и т.д.).

Порядок организации лабораторной работы студентов

Лабораторная работа студентов предполагает сознательной активной работы не только в лаборатории при сборке установки и проведении измерений, но и дома при подготовке к измерениям, обработке результатов и составлению отчета.

Выполнение лабораторной работы есть определенная последовательность действий:

- подготовка к эксперименту;
- проведение измерений;
- обработка полученных результатов;

— формулировка выводов и написание отчета.

Для грамотного и быстрого их выполнения должна сложиться определенная система знаний и умений (ориентировочная основа действия), которая обеспечит правильное и рациональное исполнение действия.

Поэтому выполнение каждой лабораторной работы необходимо начинать с изучения ее описания и приведения знаний в систему, а именно:

— ясно представить себе общую цель данной конкретной лабораторной работы и последовательность задач, решение которых приведет к достижению окончательной цели;

— знать, какое физическое явление изучается в данной работе, какими зависимостям связаны описываемые его величины;

— знать основные особенности объекта исследования

— изучить и уметь объяснить физические основы используемых в работе методов измерения искомых величин;

— уметь нарисовать принципиальную схему используемой установки и знать назначение каждого из ее узлов;

— знать последовательность выполнения этапов лабораторной работы;

— иметь общее представление об ожидаемых результатах проводимого эксперимента и уметь выбрать метод, нужный для их математической обработки

Порядок организации студентов на практическом занятии

На практических занятиях обобщаются и систематизируются знания, полученные на лекционных занятиях, и формируются умения решать типовые задачи. При решении задач студент должен уметь:

- выделять описываемое явление (объект), анализировать условие задачи;

- выполнять построение модели явления;

- формулировать выводы из модели;

- выявлять применения полученных знаний в профессиональной деятельности.

Разработчик/группа разработчиков:
Татьяна Витальевна Кузьмина

Типовая программа утверждена

Согласована с выпускающей кафедрой
Заведующий кафедрой

_____ «___» _____ 20___ г.