

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 – Системы мобильной связи (для набора 2024)
Форма обучения: Очная

1. Организационно-методический раздел

1.1 Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

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 р-п – переходной информатики. Дисциплина изучается на 2 курсе, в 3 и 4 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 3	Семестр 4	Всего часов
Общая трудоемкость			216

Аудиторные занятия, в т.ч.	34	48	82
Лекционные (ЛК)	17	16	33
Практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	0	16	16
Лабораторные (ЛР)	17	16	33
Самостоятельная работа студентов (СРС)	38	60	98
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	УК-8.1. Знает: научно обоснованные способы поддерживать безопасные условия жизнедеятельности в повседневной и профессиональной деятельности для сохранения природной среды и обеспечения устойчивого развития общества, виды опасных ситуаций; способы преодоления опасных и чрезвычайных ситуаций, военных конфликтов.	Знать: технику безопасности при работе в лаборатории с повышенной опасностью, этапы экспериментальных исследований и основы измерения в области инфокоммуникаций Уметь: квалифицированно выбирать и применять средства измерений в профессиональной деятельности Владеть: методами вероятности оценивания возникновения потенциальной опасности

ПК-1	ПК - 1.1. 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>
------	--	--

3. Содержание дисциплины

3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

3.1 Структура дисциплины для очной формы обучения

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Темы раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			С Р С
					Л К	П З (С З)	Л Р	
1	1.1	Полупроводники	Полупроводниковые диоды и их применение; Биполярные транзисторы; Полевые транзисторы; Различные полупроводниковые приборы .	38	2	0	4	32
2	2.1	Различные полупроводниковые приборы	Электронные устройства на биполярных и полевых транзисторах. Устройства цифровой электроники.	34	2	0	0	32
3	3.1	Оптоэлектронные и	Светодиоды. Лазеры. Фотоприемники.	58	2	4	4	48

		квантовые приборы	Оптроны .					
4	4.1	Микроэлектроника	Технологические основы микроэлектроники	50	2	0	0	48
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	Полупроводниковые диоды и их применение;	Классификация. Выпрямительные и детекторные диоды: назначение, устройство, основные параметры, влияние температуры. Стабилитроны, вольтамперная характеристика, параметры, назначение. Варикапы, варакторы, параметрические диоды: назначение, основные параметры. Импульсные диоды: назначение, параметры.	2
2	2.1	Электронные устройства на биполярных и полевых транзисторах. Устройства цифровой электроники	Электронные устройства на биполярных и полевых транзисторах. Устройства цифровой электроники	2
3	3.1	Светодиоды. Лазеры. Фото приемники. Оптроны.	Основные характеристики и параметры светодиодов. Конструкции светодиодов. Выбор типа светодиода, электрическая модель светодиода. Светодиоды инфракрасного излучения. Светодиодные источники повышенной яркости и белого света.. 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	2

			основе р–п перехода. Фотодиоды с р–i–п структурой. Фотодиоды Шоттки. Фотодиоды с гетероструктурой . Лавинные фотодиоды. Устройство, принцип действия и структурная схема оптрона.	
4	4.1	Технологические основы микроэлектроники	Комплексная микроминиатюризация. Основная задача микроэлектроники. Классификация изделий микроэлектроники. Базовые технологические процессы изготовления полупроводниковых интегральных микросхем (ИМС) (эпитаксия, термическое окисление, диффузия, ионное легирование, фотолитография, металлизация). Диоды полупроводниковых ИМС. Диодное включение транзисторов. Многоэмиттерные и многоколлекторные транзисторы, транзисторы с барьером Шоттки. Горизонтальные и вертикальные р-п-р транзисторы и супербета-транзисторы. МДП с одним типом кандалов (п-МДП, р-МДП) и с двумя типами каналов (комплементарные КМДП). Особенности этих схем. Параметры и характеристики пассивных элементов полупроводниковых ИМС (диффузионных и ионно-легированных резисторов, диффузионных и МДП конденсаторов) и отличие их от соответствующих параметров и характеристик дискретных резисторов и конденсаторов.	2

3.2.2. Практические занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
3	3.1	Светодиоды. Лазеры. Фото приемники.	Основные параметры оптического излучения. Фотометрические и энергетические характеристики оптического излучения. Тепловое	4

			излучение. Источники излучения. Приемники излучения	
4				

3.2.3. Лабораторные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Полупроводниковые диоды и их применение	Вводное занятие, общие требования по оформлению отчетов. Требования по технике безопасности. Оказание первой помощи пострадавшим при поражении электрическим током. Исследование реакции интегрирующего и дифференцирующего контура КС-цепи на импульсный сигнал.	4
3	3.1	Светодиоды. Лазеры. Фотоприемники.	Исследования характеристик оптических источников. Исследование поляризационных характеристик лазерного и светоизлучающего диодов. Сравнительное исследование ватт-амперных характеристик лазерного и светоизлучающего диодов.	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,	Конспект; Эксп; Эл ресурсы; Подготовка к защите лаб раб, подготовка к коллоквиуму	32

		вольтамперная характеристика, параметры, применения. Диоды со структурой p-i-n типа, принцип работы, параметры, применение.		
2	2.1	Электронные устройства на биполярных и полевых транзисторах. Устройства цифровой электроники	Конспект; Эксп; Эл ресурсы;	32
3	3.1	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	Конспект; Эксп; Эл ресурсы; Подготовка к защите лаб раб, подготовка к тестированию, Решение разноуровневых задач	48
4	4.1	Температурные 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	Конспект; Эксп; Эл ресурсы; Подготовка докладов	48

	<p>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>	
--	--	--

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-X: 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. Шапова - 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. Булычев, А. Л. Электронные приборы / Булычев 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
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].	http://mpro.zabgu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/367
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	https://www.biblio-online.ru/book/315CB54F-50A2-497B-B1B7-EE168CCA36AA

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 проведения лабораторных занятий	
Учебные аудитории для промежуточной аттестации	
Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций	Состав оборудования и технических средств 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 составлении 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 описывающие 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.