

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 2024)  
Форма обучения: Заочная

# 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 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	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>
ПК-4	ПК - 4.1. Знает общие принципы функционирования оборудования; проведения ремонтных и 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 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 квантовые приборы	Светодиоды. Лазеры. Фотоприемники. Оптроны .	58	2	4	4	48
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.	<p>Основные характеристики и параметры светодиодов. Конструкции светодиодов. Выбор типа светодиода, электрическая модель светодиода.</p> <p>Светодиоды инфракрасного излучения. Светодиодные источники повышенной яркости и белого света..</p> <p>Волоконно-оптические усилители и лазеры. Свето-излучающие диоды для волоконно-оптических систем.</p> <p>Сравнительная характеристика лазеров и светодиодов. Принцип работы фотоприемных приборов.</p> <p>Характеристики, параметры и модели фотоприемников. Фотодиоды на основе р–п перехода. Фотодиоды с р–i–п структурой. Фотодиоды Шоттки. Фотодиоды с гетероструктурой . Лавинные фотодиоды. Устройство, принцип действия и структурная схема оптрона.</p>	2
4	4.1	Технологические основы микроэлектроники	<p>Комплексная микроминиатюризация. Основная задача микроэлектроники.</p> <p>Классификация изделий микроэлектроники. Базовые технологические процессы изготовления полупроводниковых интегральных микросхем (ИМС) (эпитаксия, термическое окисление, диффузия, ионное легирование, фотолитография, металлизация).</p> <p>Диоды полупроводниковых ИМС. Диодное включение транзисторов.</p> <p>Многоэмиттерные и многоколлекторные транзисторы, транзисторы с барьером Шоттки.</p> <p>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.</p> <p>Параметры и характеристики пассивных элементов полупроводниковых ИМС (диффузионных и ионно-легированных резисторов,</p>	2

			диффузионных и МДП конденсаторов) и отличие их от соответствующих параметров и характеристик дискретных резисторов и конденсаторов.	
--	--	--	---	--

### 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 излучение. 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	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. Фото приемники.	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	Содержание материалов,	Виды самостоятельной	Трудоемкость
--------	-------	------------------------	----------------------	--------------

	раздела	выносимого на самостоятельное изучение	деятельности	(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, параметры, применения. Диоды со структурой p-i-n типа, принцип работы, параметры, применение.	Конспект; Эксп; Эл ресурсы; Подготовка к защите лаб раб, подготовка к коллоквиуму	32
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	Конспект; Эксп; Эл ресурсы; Подготовка	48

	<p>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>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-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. 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
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].	<a href="http://mpro.zabgu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/367">http://mpro.zabgu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/367</a>
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	<a href="https://www.biblio-online.ru/book/315CB54F-50A2-497B-B1B7-EE168CCA36AA">https://www.biblio-online.ru/book/315CB54F-50A2-497B-B1B7-EE168CCA36AA</a>

### 6. Перечень программного обеспечения

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

Программное обеспечение специального назначения:

1) 1С-Битрикс: Корпоративный портал - Компания 1С: Предприятие 8. Комплект для обучения в высших и средних учебных заведениях 7-Zip АBBYY 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 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.