

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

А.С. Гудим

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Физические основы электроники»

Направление подготовки	<i>11.03.04 Электроника и наноэлектроника</i>
Направленность (профиль) образовательной программы	<i>Промышленная электроника</i>

Обеспечивающее подразделение
<i>Кафедра ПЭИТ</i>

Разработчик рабочей программы:

Доцент кафедры, кандидат технических наук, доцент

(должность, степень, ученое звание)

С.М. Копытов

(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей

кафедрой ПЭИТ

(наименование кафедры)

М.А. Горькавый

(ФИО)

1 Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Физические основы электроники» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 927 от 19.09.2017, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Промышленная электроника» по направлению 11.03.04 "Электроника и нанoeлектроника".

Задачи дисциплины	Формирование знаний, умений и навыков по анализу работы, применению и замене активных электронных приборов промышленных электронных устройств.
Основные разделы / темы дисциплины	Физические основы работы электровакуумных приборов. Электрические свойства полупроводниковых материалов. Электронно-дырочный переход, контактные явления и полупроводниковые приборы. Биполярные транзисторы. Униполярные (полевые) транзисторы. Тиристоры. Полупроводниковые термоэлектрические устройства. Магнитоэлектрические полупроводниковые приборы. Полупроводниковые источники некогерентного излучения и жидкокристаллические индикаторы. Фотоприемные приборы с внешним и внутренним фотоэффектом. Физические основы квантовой электроники. Оптические квантовые генераторы. Управление лазерным излучением и его применение для передачи информации.

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Физические основы электроники» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.1. Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы	- знать физические процессы, лежащие в основе работы твердотельных электропреобразовательных, оптоэлектронных и квантовых электронных приборов, назначение, конструктивные особенности, основные параметры и характеристики данных приборов
	ОПК-1.2. Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	- уметь практически определять параметры и характеристики твердотельных электропреобразовательных, оптоэлектронных и квантовых электронных приборов, оценивать влияние на них окружающей среды, использовать соответ-

		ствующий физико - математический аппарат для расчета параметров и характеристик данных приборов
	ОПК-1.3. Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач	- владеть навыками проверки исправности и определения режима работы электропреобразовательных, оптоэлектронных и квантовых приборов в схеме устройства, выбора нужных приборов при проектировании систем промышленной электроники

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к обязательной части.

Место дисциплины (этап формирования компетенции) отражено в схеме формирования компетенций, представленной в документе *Оценочные материалы*, размещенном на сайте университета www.knastu.ru / *Наш университет* / *Образование* / *11.03.04 Электроника и наноэлектроника /Оценочные материалы*).

Дисциплина «Физические основы электроники» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем проведения практических занятий, лабораторных работ, выполнения курсовой работы.

4 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы

4.1 Структура и содержание дисциплины для очной формы обучения

Дисциплина «Физические основы электроники» изучается на 2 курсе в 3 и 4 семестрах.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 9 з.е., 324 ч., в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем 118 ч., промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой и экзамена 35 ч., самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. курсовая работа 168 ч.

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
Семестр 3						
Раздел 1. Физические основы работы электровакуумных приборов						
Тема 1.1 Электронная эмиссия. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях.	1					

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
Термоэлектрическая, вторичная, фотоэлектронная, полевая эмиссия электронов						2
Тема 1.2 Вакуумные диоды. Устройство, физические процессы, принцип работы. Режим объемного заряда и насыщения тока. ВАХ диода. Усилительные электронные лампы. Модуляция тока в электровакуумных приборах. Вакуумный триод, тетрод и пентод.	1					
Электронно-лучевые трубки. Рентгеновская трубка.						2
Раздел 2. Электрические свойства полупроводниковых материалов						
Тема 2.1 Классификация электронных приборов. Классификация и энергетические диаграммы твердых тел. Валентная зона и зона проводимости. Зонная структура металла, диэлектрика и полупроводника. Генерация и рекомбинация носителей заряда в полупроводниках. Собственные и примесные полупроводники.	1					
Изучение зонной теории твердого тела						2
Тема 2.2 Уровень Ферми. Законы распределения носителей заряда в зонах полупроводника. Вырожденные и невырожденные полупроводники	1					
Освоение универсального лабораторного стенда 87Л-01 «Луч» для исследования электронных приборов*			4*			
Изучение законов распределения носителей заряда в зонах полупроводника						2
Определение уровня Ферми через концентрации носителей						2
Тема 2.3 Диффузия и дрейф носителей заряда. Подвижность носителей и коэффициент диффузии, их связь. Полный ток в полупроводнике	2					
Изучение законов движения носителей в твердых телах						2
Тема 2.4 Полупроводники в сильных	2					2

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. ат-тест.	СРС
	Лек-ции	Практические занятия	Лабораторные работы			
электрических полях (ударная ионизация, туннелирование электронов, рассеяние носителей заряда, междолинный переход электронов)						
Изучение эффектов сильного поля в полупроводнике						2
Раздел 3. Электронно-дырочный переход, контактные явления и полупроводниковые приборы						
Тема 3.1 Физические основы образования электронно-дырочного перехода. Анализ перехода в равновесном и в неравновесном состоянии. Токи через р-п – переход. Свойства симметричного и несимметричного р-п-перехода. ВАХ р-п – перехода	2					
Физика образования р-п – перехода						2
Исследование выпрямительных диодов*			4*			
Тема 3.2 Диффузионная и барьерная емкость р-п-перехода.	2					
Емкостные свойства р-п-перехода и их проявлений при прохождении тока через переход.						2
Вольтфарадная характеристика р-п – перехода и ее использование в варикапах.						2
Тема 3.3 Пробой р-п-перехода. Лавинный, туннельный и тепловой пробой.	2					
Виды пробоя р-п - перехода.						2
Использование лавинного и туннельного пробоя для стабилизации напряжения. Стабилитроны, стабилсторы						2
Исследование полупроводниковых стабилитронов*			4*			
Решение задач РГР из раздела «Контактные явления»						2
Тема 3.4 Частотные и импульсные свойства р-п-перехода. Туннельные и обращенные диоды.	2					
Импульсные, высокочастотные и сверхвысокочастотные диоды.						2
Исследование туннельных и обращенных диодов*			4*			
Тема 3.4 Контакт полупроводников с	2					

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. ат-тест.	СРС
	Лек-ции	Практические занятия	Лабораторные работы			
одним типом проводимости, но с разной концентрацией носителей заряда (переходы типа p ⁺ -p, p ⁺ -n, p-i, n-i). Выпрямляющие и омические переходы на контакте металла с полупроводником						
Диоды Шоттки.						2
Гетеропереходы.						2
Решение задач РГР из раздела «Полупроводниковые диоды»						2
Раздел 4. Биполярные транзисторы						
Тема 4.1 Назначение и классификация транзисторов. Принцип работы транзистора и его основные параметры. Основные режимы работы и схемы включения транзистора.	2					
Режимы работы и схемы включения транзистора.						2
Тема 4.2 Статические вольтамперные характеристики транзистора в схемах с ОБ и с ОЭ.	1					
ВАХ транзистора в схемах с ОБ и с ОЭ						2
Исследование статических характеристик и физических параметров мало-мощного транзистора в схеме с ОБ*			4*			
Решение задач РГР из раздела «Биполярные транзисторы»						2
Исследование статических характеристик и физических параметров мало-мощного транзистора в схеме с ОЭ*			4*			2
Тема 4.3 Пробой транзистора. Зависимость напряжения пробоя от схемы включения транзистора. Работа транзистора на малом переменном сигнале. Схемы замещения малого и большого сигнала. Малосигнальные параметры.	1					
Пробивные свойства транзистора						2
Тема 4.4 Усилительные свойства транзистора в разных схемах включения.	1					
Усилительные свойства транзистора в разных схемах включения						2
Система обозначений и конструкции						2

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
элементной базы электронных устройств. Технологические процессы изготовления.						
Тема 4.5 Дрейфовый и бездрейфовый транзисторы. Частотные свойства транзисторов в разных схемах включения. Нагрузочная характеристика транзистора. Параметры предельного режима работы по температуре.	1					
Частотные свойства транзистора в разных схемах включения						42
Выполнение расчетного задания РГР из раздела «Биполярные транзисторы»						4
Тема 4.6 Работа транзистора на импульсах.						2
Экзамен				1	35	
ИТОГО за 3 семестр	24		24	1	35	60
Семестр 4						
Раздел 5. Униполярные (полевые) транзисторы						
Практическая работа 1. Решение задач по теме «Контактные явления в полупроводниках».		2				
Практическая работа 2. Решение задач по теме «Полупроводниковые диоды».		2				
Практическая работа 3. Анализ схем замещения малого сигнала биполярных транзисторов.		2				
Практическая работа 4. Анализ схем замещения большого сигнала биполярных транзисторов.		2				
Тема 5.1 Полевые транзисторы с управляющим р-п-переходом и с переходом Шотки. Статические ВАХ, эквивалентные схемы.	2					4
Исследование полевого транзистора с управляющим переходом*			6*			
Тема 5.2 Полевые транзисторы с изолированным затвором (МДП – транзисторы), структура, принцип действия. МДП – транзисторы с индуцируемым каналом, статические характеристики, виды пробоя.	2					3

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
Практическая работа 5. Анализ работы биполярных и полевых транзисторов в разных режимах.		2				2
Тема 5.3 Полупроводниковые приборы с зарядовой связью, свойства и параметры. Аналоговые линии задержки на ПЗС и фото ПЗС.						2
Практическая работа 6. Построение ВАХ полевых МДП-транзисторов по их параметрам.		2				
Практическая работа 7. Анализ частотных свойств биполярных и полевых транзисторов.		2				3
Раздел 6. Тиристоры						
Тема 6.1 Динисторы (диодные тиристоры). Структура и принцип действия, ВАХ. Динистор с зашунтированным эмиттерным переходом.	2					
Принцип действия и ВАХ динистора						3
Исследование тиристора*			6*			
Тема 6.2 Триодные тиристоры (тринисторы), структура, принцип действия, ВАХ.						3
Тема 6.3 Тиристоры, проводящие в обратном направлении. Симметричные тиристоры (симисторы).	2					
Принцип действия и ВАХ симистора						2
Тема 6.4 Способы переключения тириستоров. Динамические свойства. Основные параметры тиристоров.						2
Раздел 7. Полупроводниковые термоэлектрические устройства						
Тема 7.1 Конструкция и принцип действия термоэлектрических устройств. Возникновение термо-ЭДС (эффект Зеебека). Поглощение и выделение теплоты в спаях термоэлемента (эффект Пельтье).	2					2
Практическая работа 8. Анализ работы термоэлектрических и гальваноманнитных полупроводниковых приборов.	2					
Тема 7.2 Термоэлектрические генераторы. Полупроводниковые холодильники и тепловые насосы						3

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
Раздел 8. Магнитоэлектрические полупроводниковые приборы						
Тема 8.1 Эффект Холла. Магниторезистивный эффект. Преобразователи Холла.	2					
Принцип действия и параметры преобразователя Холла						3
Тема 8.2 Магниторезисторы. Магнитодиоды и магнитотранзисторы.						2
Выполнение расчетного задания КР из раздела «Расчет полупроводниковых датчиков».						2
Раздел 9. Полупроводниковые источники некогерентного излучения и жидкокристаллические индикаторы						
Тема 9.1 Светодиоды и инфракрасные излучающие диоды. Принцип действия, параметры и характеристики, конструктивное исполнение.	2					
Принцип действия и параметры светодиодов и инфракрасных излучающих диодов						2
Исследование светодиодов*			6*			
Тема 9.2 Знаковые индикаторы, шкалы и экраны на основе светоизлучающих диодов.						2
Тема 9.3 Порошковые и пленочные электролюминесцентные излучатели.						2
Тема 9.4 Жидкокристаллические элементы индикации						2
Принцип действия и параметры ЖКИ						2
Раздел 10. Фотоприемные приборы с внешним и внутренним фотоэффектом						
Тема 10.1 Внешний фотоэффект. Электронные и ионные фотоэлементы. Структура, вольтамперные характеристики, частотные свойства, применение.						2
Тема 10.2 Фотоэлектронные умножители, вторичные и каналовые электронные умножители.						2
Тема 10.3 Внутренний фотоэффект. Фоторезисторы. Структура, вольтамперные характеристики, частотные свойства, применение.	2					
Принцип действия и параметры фотоприборов.						2

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
Исследование полупроводниковых фотоприемников*			6*			
Тема 10.4 Режимы работы освещаемого р-п-перехода (фотодиодный режим и режим генерации фотоЭДС). Фотодиоды. Полупроводниковые фотоэлементы.	1					
Исследование оптронов*			2*			
Тема 10.5 Фототранзисторы и фототиристоры.	1					
Принцип действия и параметры фототранзисторов и фототиристоров						4
Раздел 11. Физические основы квантовой электроники						
Тема 11.1 Квантовые переходы в веществе и процессы испускания и поглощения света. Инвертированная активная среда. Усиление света, методы создания инверсии, принципиальные схемы уровней активных центров.	1					
Использование инвертированной активной среды для усиления света						2
Тема 11.2 Возникновение лазерной генерации. Оптический резонатор, моды оптического резонатора, виды потерь световой энергии.						2
Тема 11.3 Основные сведения о лазере. Коэффициент усиления, мощность генерации, условие возникновения генерации, оптимальное значение коэффициента излучательных потерь.	1					2
Линия усиления активной среды, резонансные частоты. Использование инвертированной активной среды для генерации когерентного излучения.						2
Раздел 12. Оптические квантовые генераторы						
Тема 12.1 Структурная схема лазера. Типы лазеров и способы накачки.	2					
Газовый и твердотельный лазер.						2
Структура, принципы работы и конструкции лазеров						2
Тема 12.2 Полупроводниковые инжекционные лазеры на гомопереходах.	2					

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
Принцип действия и параметры полупроводниковых инжекционных лазеров. Полупроводниковые инжекционные лазеры на гетеропереходах, энергетические диаграммы, конструкция параметров и характеристики.						2
Исследование лазеров*			2*			
Выполнение расчетного задания КР из раздела «Оптические резонаторы»						2
Раздел 13. Управление лазерным излучением и его применение для передачи информации						
Тема 13.1 Внутривибрационное управление спектральными характеристиками лазерного излучения	2					
Подавление нежелательных рабочих переходов. Плавная перестройка длины волны. Селекция центральной продольной моды за счет уменьшения длины резонатора и за счет использования резонатора с дополнительным зеркалом.						6
Тема 13.2 Модуляция добротности резонатора						6
Тема 13.3 Преобразование частоты излучения в нелинейной среде						6
Тема 13.4 Отклонение и сканирование светового луча	2					
Выполнение расчетного задания КР из раздела «Управление лазерным излучением»						6
Тема 13.5 Передаточные свойства световода. Волоконно-оптические линии связи.						6
Выполнение расчетного задания КР из раздела «Оптические методы передачи информации»						10
<i>Зачет с оценкой</i>						
<i>Курсовая работа</i>				2		
ИТОГО за 4 семестр	28	14	28	2		108
ИТОГО по дисциплине	52	14	52 в том числе в форме	3	35	168

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
			практической подготовки:64			

* реализуется в форме практической подготовки

4.2 Структура и содержание дисциплины для заочной формы обучения

Дисциплина «Физические основы электроники» изучается на 2 и 3 курсах в 3, 4 и 5 семестрах.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 9 з.е., 324 ч., в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем 29 ч., промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой и экзамена 12 ч., самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. курсовая работа 283 ч.

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
Семестр 3						
Раздел 1. Физические основы работы электровакуумных приборов						
Тема 1.1 Электронная эмиссия. Термоэлектрическая, вторичная, фотоэлектронная, полевая эмиссия электронов.	0,25					
Тема 1.2 Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях.	0,25					
Тема 1.3 Вакуумные диоды. Устройство, физические процессы, принцип работы. Режим объемного заряда и насыщения тока. ВАХ диода.						
Тема 1.4 Усилительные электронные лампы. Модуляция тока в электровакуумных приборах. Вакуумный триод, тетрод и пентод.						

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. ат-тест.	СРС
	Лек-ции	Практические занятия	Лабораторные работы			
Электронно-лучевые трубки. Рентгеновская трубка.						
Изучение теоретических разделов курса.						5
Раздел 2. Электрические свойства полупроводниковых материалов						
Тема 2.1 Классификация и энергетические диаграммы твердых тел. Валентная зона и зона проводимости. Зонная структура металла, диэлектрика и полупроводника. Генерация и рекомбинация носителей заряда в полупроводниках. Собственные и примесные полупроводники.	0,25					
Тема 2.2 Уровень Ферми. Законы распределения носителей заряда в зонах полупроводника. Вырожденные и невырожденные полупроводники. Определение уровня Ферми через концентрации носителей.	0,25					
Тема 2.3 Диффузия и дрейф носителей заряда. Подвижность носителей и коэффициент диффузии, их связь. Полный ток в полупроводнике.	0,25					
Тема 2.4 Полупроводники в сильных электрических полях (ударная ионизация, туннелирование электронов, рассеяние носителей заряда, междолинный переход электронов).						
Изучение теоретических разделов курса.						7
Раздел 3. Электронно-дырочный переход, контактные явления и полупроводниковые приборы						
Тема 3.1 Физические основы образования электронно-дырочного перехода. Анализ перехода в равновесном и в неравновесном состоянии. Токи через р-п – переход. Свойства симметричного и несимметричного р-п-перехода. ВАХ р-п – перехода	0,25					
Тема 3.2 Диффузионная и барьерная емкость р-п-перехода. Вольтфарадная характеристика р-п – перехода и ее использование в варикапах.	0,25					

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. ат-тест.	СРС
	Лек-ции	Практические занятия	Лабораторные работы			
Тема 3.3 Пробой р-п-перехода. Лавинный, туннельный и тепловой пробой. Использование лавинного и туннельного пробоя для стабилизации напряжения. Стабилитроны, стабилитроны	0,25					
Тема 3.4 Частотные и импульсные свойства р-п-перехода. Импульсные, высокочастотные и сверхвысокочастотные диоды. Туннельные и обращенные диоды.						
Тема 3.4 Контакт полупроводников с одним типом проводимости, но с разной концентрацией носителей заряда (переходы типа р ⁺ -р, п ⁺ -п, р-і, п-і). Выпрямляющие и омические переходы на контакте металла с полупроводником. Диоды Шоттки.						
Изучение теоретических разделов курса.						8
Раздел 4. Биполярные транзисторы						
Тема 4.1 Назначение и классификация транзисторов. Принцип работы транзистора и его основные параметры. Основные режимы работы и схемы включения транзистора.	0,25					
Режимы работы и схемы включения транзистора.	0,25					
Тема 4.2 Статические вольтамперные характеристики транзистора в схемах с ОБ и с ОЭ.	0,25					
Тема 4.3 Пробой транзистора. Зависимость напряжения пробоя от схемы включения транзистора. Работа транзистора на малом переменном сигнале. Схемы замещения малого и большого сигнала. Малосигнальные параметры.						
Тема 4.4 Усилительные свойства транзистора в разных схемах включения.	0,25					
Тема 4.5 Дрейфовый и бездрейфовый транзисторы. Частотные свойства транзисторов в разных схемах вклю-						

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
чения. Нагрузочная характеристика транзистора. Параметры предельного режима работы по температуре.						
Тема 4.6 Работа транзистора на импульсах.						
Изучение теоретических разделов курса.						10
ИТОГО за 3 семестр	6					30
Семестр 4						
Исследование выпрямительных диодов*			2*			4
Исследование статических характеристик и физических параметров мало-мощного транзистора в схеме с ОБ*			2*			2
Исследование статических характеристик и физических параметров мало-мощного транзистора в схеме с ОЭ*			2*			2
Раздел 5. Униполярные (полевые) транзисторы						
Тема 5.1 Полевые транзисторы с управляющим р-п-переходом и с переходом Шотки. Статические характеристики, эквивалентные схемы.	0,5					
Тема 5.2 Полевые транзисторы с изолированным затвором (МДП – транзисторы), структура, принцип действия. МДП – транзисторы с индуцируемым каналом, статические характеристики, виды пробоя.	0,5					
Принцип работы и ВАХ полевых транзисторов с изолированным затвором и индуцируемым и встроенным каналом						
Тема 5.3 Полупроводниковые приборы с зарядовой связью, свойства и параметры.						
Изучение теоретических разделов курса, выполнение РГР						10
Раздел 6. Тиристоры						
Тема 6.1 Динисторы (диодные тиристоры). Структура и принцип действия, ВАХ. Динистор с зашунтированным эмиттерным переходом.	0,5					
Тема 6.2 Триодные тиристоры (тринисторы), структура, принцип действия,	0,5					

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. ат-тест.	СРС
	Лек-ции	Практические занятия	Лабораторные работы			
ВАХ.						
Тема 6.3 Тиристоры, проводящие в обратном направлении. Симметричные тиристоры (симисторы).						
Тема 6.4 Способы переключения тиристоров. Динамические свойства. Основные параметры тиристоров.						
Изучение теоретических разделов курса, выполнение РГР.						10
Раздел 7. Полупроводниковые термоэлектрические устройства						
Тема 7.1 Конструкция и принцип действия термоэлектрических устройств. Возникновение термо-ЭДС (эффект Зеебека). Поглощение и выделение теплоты в спаях термоэлемента (эффект Пельтье).						
Тема 7.2 Термоэлектрические генераторы. Полупроводниковые холодильники и тепловые насосы						
Изучение теоретических разделов курса, выполнение РГР.						10
Раздел 8. Магнитоэлектрические полупроводниковые приборы						
Тема 8.1 Эффект Холла. Магниторезистивный эффект. Преобразователи Холла.	0,5					
Тема 8.2 Магниторезисторы. Магнитодиоды и магнитотранзисторы.						
Изучение теоретических разделов курса, выполнение РГР.						4
Раздел 9. Полупроводниковые источники некогерентного излучения и жидкокристаллические индикаторы						
Тема 9.1 Светодиоды и инфракрасные излучающие диоды. Принцип действия, параметры и характеристики, конструктивное исполнение.	0,5					
Тема 9.2 Знаковые индикаторы, шкалы и экраны на основе светоизлучающих диодов.	0,5					
Выполнение расчетного задания КР из раздела «Светоизлучающие приборы»						
Тема 9.3 Порошковые и пленочные электролюминесцентные излучатели.						
Изучение теоретических разделов курса, выполнение РГР.						5

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. ат-тест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
Раздел 10. Фотоприемные приборы с внешним и внутренним фотоэффектом						
Тема 10.1 Внешний фотоэффект. Электронные и ионные фотоэлементы. Структура, вольтамперные характеристики, частотные свойства, применение.						
Тема 10.2 Фотоэлектронные умножители, вторичные и каналовые электронные умножители.						
Тема 10.3 Внутренний фотоэффект. Фоторезисторы. Структура, вольтамперные характеристики, частотные свойства, применение.						
Тема 10.4 Режимы работы освещаемого р-п-перехода (фотодиодный режим и режим генерации фотоЭДС). Фотодиоды. Полупроводниковые фотоэлементы.						
Тема 10.5 Фототранзисторы и фототристоры.						
Изучение теоретических разделов курса, выполнение РГР.						10
Раздел 11. Физические основы квантовой электроники						
Тема 11.1 Квантовые переходы в веществе и процессы испускания и поглощения света. Инвертированная активная среда. Усиление света, методы создания инверсии, принципиальные схемы уровней активных центров.	0,5					
Тема 11.2 Возникновение лазерной генерации. Оптический резонатор, моды оптического резонатора, виды потерь световой энергии.	0,5					
Тема 11.3 Основные сведения о лазере. Коэффициент усиления, мощность генерации, условие возникновения генерации, оптимальное значение коэффициента излучательных потерь.						
Линия усиления активной среды, резонансные частоты. Использование инвертированной активной среды для генерации когерентного излучения.						

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
Изучение теоретических разделов курса, выполнение РГР.						10
Раздел 12. Оптические квантовые генераторы						
Тема 12.1 Структурная схема лазера. Принципы работы и конструкции лазеров. Типы лазеров и способы накачки. Газовый и твердотельный лазер.	0,5					
Тема 12.2 Полупроводниковые инжекционные лазеры на гомопереходах.	0,5					
Полупроводниковые инжекционные лазеры на гетеропереходах, энергетические диаграммы, конструкция параметры и характеристики.						
Изучение теоретических разделов курса, выполнение РГР.						10
Раздел 13. Управление лазерным излучением и его применение для передачи информации						
Тема 13.1 Внутррезонансное управление спектральными характеристиками лазерного излучения	0,5					
Подавление нежелательных рабочих переходов. Плавная перестройка длины волны. Селекция центральной продольной моды за счет уменьшения длины резонатора и за счет использования резонатора с дополнительным зеркалом.						
Тема 13.2 Модуляция добротности резонатора						
Тема 13.3 Преобразование частоты излучения в нелинейной среде						
Тема 13.4 Отклонение и сканирование светового луча						
Выполнение расчетного задания КР из раздела «Управление лазерным излучением»						
Тема 13.5 Передаточные свойства световода. Волоконно-оптические линии связи.						
Изучение теоретических разделов курса, выполнение РГР.						10
Экзамен				1	8	
ИТОГО за 4 семестр	6		6	1	8	87

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
Семестр 5						
Исследование полевого транзистора с управляющим переходом*			3*			6
Исследование тиристора*			3*			6
Расчет режимов работы освещаемого р-п-перехода (фотодиодного режима и режима генерации фотоЭДС).		2				4
Изучение теоретических разделов курса, выполнение курсовой работы.						150
<i>Зачет с оценкой</i>					4	
<i>Курсовая работа</i>				2		
ИТОГО за 5 семестр		2	6	2	4	166
ИТОГО по дисциплине	12	2	12 в том числе в форме практической подготовки: 12	3	12	283

* реализуется в форме практической подготовки

5 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонды оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обсуждаются и утверждаются на заседании кафедры. Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) хранится на кафедре-разработчике в бумажном или электронном виде, также фонды оценочных средств доступны студентам в личном кабинете – раздел учебно-методическое обеспечение.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

6.1 Основная и дополнительная литература

Перечень рекомендуемой основной и дополнительной литературы представлен на сайте университета www.knastu.ru / Наш университет / Образование / 11.03.04 Электроника и наноэлектроника / Рабочий учебный план / Реестр литературы.

6.2 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

- 1) Копытов, С.М. Физические основы электроники: лабораторный практикум / С.М. Копытов – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2023. – 90 с.
- 2) Копытов, С.М. Твердотельная электроника: методическое пособие / С.М. Копытов (автор-составитель) – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т», 2004. – 179 с.
- 3) Копытов, С.М. Квантовая и оптическая электроника: учебное пособие / С.М. Копытов – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т», 2005. – 200 с.
- 4) Копытов, С.М. Вакуумная и плазменная электроника: учебное пособие / С.М. Копытов – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т», 2003. – 194 с.

6.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Каждому обучающемуся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, с которыми у университета заключен договор.

Перечень рекомендуемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем представлен на сайте университета www.knastu.ru / *Наш университет / Образование / 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника / Рабочий учебный план / Реестр ЭБС.*

Актуальная информация по заключенным на текущий учебный год договорам приведена на странице Научно-технической библиотеки (НТБ) на сайте университета <https://knastu.ru/page/3244>

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

На странице НТБ можно воспользоваться интернет-ресурсами открытого доступа по укрупненной группе направлений и специальностей (УГНС) *11.03.04 Электроника и нанoeлектроника:*

<https://knastu.ru/page/539>

Также полезная информация находится на следующих ресурсах:

- 1) Учебный лабораторный стенд по электронике для изучения полупроводниковых приборов LESO3 - <http://www.labfor.ru/devices/leso3>.
- 2) Тороид. Полезная информация. Полупроводниковые приборы и устройства на их основе - <http://www.toroid.ru/polprovod.html>

7 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных моду-

лей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

7.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

7.2 Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

7.3 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

7.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;

- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

7.5 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

7.5.1 Методические указания по самостоятельной работе над изучаемым материалом и при подготовке к лабораторным и практическим занятиям

Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы необходимо стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале.

7.5.2 Методические указания по выполнению расчетно-графической работы

Тема работы «Изучение принципов работы, устройства и параметров электропреобразовательных полупроводниковых приборов».

Цель работы: изучение физических основ функционирования, принципов устройства и работы полупроводниковых диодов и биполярных транзисторов, ознакомление с их характеристиками и параметрами.

Исходные данные для выполнения расчетно-графической работы

Рассчитать параметры и характеристики электропреобразовательных полупроводниковых приборов. Для этого изучить физические основы функционирования, принципы устройства и работы полупроводниковых диодов и биполярных транзисторов, ознакомиться с их характеристиками и параметрами.

Задание на расчетно-графическую работу представляет собой набор практических задач, результаты решения которых, должны быть изложены в виде расчетно-пояснительной записки. Студент выполняет задачи из разделов курса «Контактные явления», «Полупроводниковые диоды», «Биполярные транзисторы» в соответствии со своим вариантом.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать введение, исходные задания, решения задач с необходимыми пояснениями, требуемые схемы, а также графический материал, представленный энергетическими и временными диаграммами, графиками и т.д., заключение и список использованных источников.

Выполненная РГР должна удовлетворять нормативным документам университета, с которыми можно ознакомиться в отделе стандартизации или на сайте университета. Отступления от указанных требований могут служить основанием для возврата работы на исправление.

7.5.3 Методические указания по выполнению курсовой работы

Тема работы «Расчет параметров и характеристик приборов твердотельной, оптической и квантовой электроники».

Цель работы: изучение физических основ функционирования, принципов устройства и работы полевых транзисторов, тиристоров, термоэлектрических, магнитоэлектрических, оптоэлектронных и квантовых приборов, ознакомление с их характеристиками и параметрами.

Исходные данные для выполнения курсовой работы

1) Рассчитать параметры и характеристики полевых транзисторов, тиристоров, термоэлектрических, магнитоэлектрических полупроводниковых приборов. Для этого изучить физические основы функционирования, принципы устройства и работы полевых транзисторов, тиристоров, термоэлектрических, магнитоэлектрических полупроводниковых приборов, ознакомиться с их характеристиками и параметрами.

2) Рассчитать параметры и характеристики оптоэлектронных и квантовых приборов. Для этого изучить физические основы функционирования, принципы устройства и работы оптоэлектронных и квантовых приборов, ознакомиться с их характеристиками и параметрами.

Задание на курсовую работу представляет собой набор практических задач, результаты решения которых, должны быть изложены в виде расчетно-пояснительной записки. Записка должна содержать исходные задания, решения задач с необходимыми пояснениями, требуемые схемы, а также графический материал, представленный энергетическими и временными диаграммами, графиками и т.д.

В процессе выполнения задания студент прорабатывает теоретический материал, производит необходимые расчеты, строит электрические схемы, вольт-амперные характеристики приборов, энергетические, временные диаграммы и графики.

При прохождении данного этапа студент учится работать с технической литературой, искать решения поставленных инженерных задач, организовывать самостоятельную работу.

Курсовая работа затрагивает основные аспекты теории и методов расчета параметров и характеристик электронных приборов, с которыми придется столкнуться будущему инженеру в процессе работы по специальности.

Основными задачами курсовой работы являются:

закрепление и более глубокое усвоение теоретических знаний;

приобретение навыков и освоение методов технического расчета параметров и характеристик электронных приборов;

развитие навыков самостоятельной работы при выборе методов расчета и творческой инициативы при решении конкретных задач;

развитие навыков поиска и самостоятельной работы с технической литературой;

подготовка к освоению будущих дисциплин направления.

8 Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

8.1 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства. Состав программного обеспечения, необходимого для освоения дисциплины, приведен на сайте университета www.knastu.ru / Наш университет / Образование / 11.03.04 Электроника и наноэлектроника / Рабочий учебный план / Реестр ПО.

Актуальные на текущий учебный год реквизиты / условия использования программного обеспечения приведены на странице ИТ-управления на сайте университета:

<https://knastu.ru/page/1928>

8.2 Учебно-лабораторное оборудование

Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
304/3 Лаборатория электронной техники (медиа)	Универсальный лабораторный стенд 87Л-01 «Луч»
213/3 Лаборатория по изучению электроники и микропроцессорной техники	Микроконтроллерный лабораторный стенд LESO3 для исследования ВАХ полупроводниковых приборов Описание стенда и работа с ним: http://www.labfor.ru/devices/leso3

При реализации дисциплины «Физические основы электроники» на базе профильной организации используется материально-техническое обеспечение, указанное в договорах о практической подготовке или договорах о сетевом взаимодействии.

8.3 Технические и электронные средства обучения

Лекционные занятия.

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудито-

рии (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

Для реализации дисциплины подготовлены следующие презентации:

1. Электрические свойства полупроводников
2. Контактные явления. Р-п-переход.
3. Диоды различного назначения.
4. Биполярные транзисторы.
5. Полевые (униполярные) транзисторы.
6. Тиристоры.
7. Полупроводниковые термоэлектрические и гальваноманнитные приборы.
8. Оптоэлектронные приборы.
9. Квантовые приборы.

Практические занятия.

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные занятия.

Для лабораторных занятий используется аудитория, оснащенная оборудованием, указанным в табл. п. 8.2.

Самостоятельная работа.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КнАГУ:

- зал электронной информации НТБ КнАГУ;
- компьютерные классы факультета.

9 Другие сведения

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использо-

вания). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.