

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета энергетики  
и управления

А.С. Гудим

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Физические основы электроники»**

Направление подготовки	<i>11.03.04 Электроника и микроэлектроника</i>
Направленность (профиль) образовательной программы	<i>Разработка и эксплуатация радиоэлектронных систем</i>

Обеспечивающее подразделение
<i>Кафедра «Промышленная электроника и инновационные технологии»</i>

Разработчик рабочей программы:

Доцент кафедры, кандидат технических наук, доцент

С.М. Копытов

(должность, степень, ученое звание)

(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

Промышленная электроника и  
инновационные технологии

(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 «Разработка и эксплуатация радиоэлектронных систем» по направлению 11.03.04 "Электроника и наноэлектроника".

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
<b>Общепрофессиональные</b>		
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](http://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.

Дисциплина «Физические основы электроники» в рамках воспитательной работы направлена на формирование умения аргументировать, самостоятельно мыслить; развитие профессиональных умений; формирование системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий.

### 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 147 ч., промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой и экзамена 35 ч., самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. курсовая работа 142 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			
<b>Семестр 3</b>						
<b>Раздел 1. Физические основы работы электровакуумных приборов</b>						

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			
<b>Тема 1.1</b> Электронная эмиссия. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях.	2					
Термоэлектрическая, вторичная, фотоэлектронная, полевая эмиссия электронов						2
<b>Тема 1.2</b> 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.	2					
Электронно-лучевые трубки. Рентгеновская трубка.						2
<b>Раздел 2. Электрические свойства полупроводниковых материалов</b>						
<b>Тема 2.1</b> 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.	2					
Изучение зонной теории твердого тела						2
<b>Тема 2.2</b> Уровень Ферми. Законы распределения носителей заряда в зонах полупроводника. Вырожденные и невырожденные полупроводники	2					
Освоение универсального лабораторного стенда 87Л-01 «Луч» для исследования электронных приборов*			2*			
Изучение законов распределения носителей заряда в зонах полупроводника						2
Определение уровня Ферми через концентрации носителей						2
<b>Тема 2.3</b> Диффузия и дрейф носителей заряда. Подвижность носителей и коэффициент диффузии, их связь. Полный ток в полупроводнике	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			
Изучение законов движения носителей в твердых телах					2	
<b>Тема 2.4</b> Полупроводники в сильных электрических полях (ударная ионизация, туннелирование электронов, рассеяние носителей заряда, междолинный переход электронов)	2				2	
Изучение эффектов сильного поля в полупроводнике					2	
<b>Раздел 3. Электронно-дырочный переход, контактные явления и полупроводниковые приборы</b>						
<b>Тема 3.1</b> Физические основы образования электронно-дырочного перехода. Анализ перехода в равновесном и в неравновесном состоянии. Токи через p-n – переход. Свойства симметричного и несимметричного p-n-перехода. ВАХ p-n – перехода	2					
Физика образования p-n – перехода					2	
Исследование выпрямительных диодов*			6*			
<b>Тема 3.2</b> Диффузионная и барьерная емкость p-n-перехода.	2					
Емкостные свойства p-n-перехода и их проявлений при прохождении тока через переход.					2	
Вольтфарадная характеристика p-n – перехода и ее использование в варикапах.					2	
<b>Тема 3.3</b> Пробой p-n-перехода. Лавинный, туннельный и тепловой пробой.	2					
Виды пробоя p-n - перехода.					2	
Использование лавинного и туннельного пробоя для стабилизации напряжения. Стабилитроны, стабисторы					2	
Исследование полупроводниковых стабилитронов*			6*			
Решение задач РГР из раздела «Контактные явления»					2	
<b>Тема 3.4</b> Частотные и импульсные свойства p-n-перехода. Туннельные и обращенные диоды.	2					
Импульсные, высокочастотные и сверхвысокочастотные диоды.					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 туннельных и обращенных диодов*			6*			
<b>Тема 3.4</b> Контакт полупроводников с одним типом проводимости, но с разной концентрацией носителей заряда (переходы типа p+-p, n+-n, p-i, n-i). Выпрямляющие и омические переходы на контакте металла с полупроводником	2					
Диоды Шоттки.						2
Гетеропереходы.						2
Решение задач РГР из раздела «Полупроводниковые диоды»						2
<b>Раздел 4. Биполярные транзисторы</b>						
<b>Тема 4.1</b> 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
<b>Тема 4.2</b> Статические вольтамперные характеристики транзистора в схемах с ОБ и с ОЭ.	2					
ВАХ транзистора в схемах с ОБ и с ОЭ						2
Исследование статических характеристик и физических параметров мало-мощного транзистора в схеме с ОБ*			6*			
Решение задач РГР из раздела «Биполярные транзисторы»						2
Исследование статических характеристик и физических параметров мало-мощного транзистора в схеме с ОЭ*			6*			2
<b>Тема 4.3</b> Пробой транзистора. Зависимость напряжения пробоя от схемы включения транзистора. Работа транзистора на малом переменном сигнале. Схемы замещения малого и большого сигнала. Малосигнальные параметры.	2					
Пробивные свойства транзистора						2
<b>Тема 4.4</b> Усилительные свойства транзистора в разных схемах включения.	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			
Усилительные свойства транзистора в разных схемах включения						2
Система обозначений и конструкции элементной базы электронных устройств. Технологические процессы изготовления.						2
<b>Тема 4.5</b> Дрейфовый и бездрейфовый транзисторы. Частотные свойства транзисторов в разных схемах включения. Нагрузочная характеристика транзистора. Параметры предельного режима работы по температуре.	2					
Частотные свойства транзистора в разных схемах включения						2
Выполнение расчетного задания РГР из раздела «Биполярные транзисторы»						2
<b>Тема 4.6</b> Работа транзистора на импульсах.						2
<b>Экзамен</b>				1	35	
<b>ИТОГО за 3 семестр</b>	32		32	1	35	44
<b>Семестр 4</b>						
<b>Раздел 5. Униполярные (полевые) транзисторы</b>						
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				
<b>Тема 5.1</b> Полевые транзисторы с управляющим р-п-переходом и с переходом Шоттки. Статические ВАХ, эквивалентные схемы.	2					4
Исследование полевого транзистора с управляющим переходом*			6*			
<b>Тема 5.2</b> Полевые транзисторы с изолированным затвором (МДП – транзисторы), структура, принцип действия.	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			
МДП – транзисторы с индуцируемым каналом, статические характеристики, виды пробоя.						
Практическая работа 5. Анализ работы биполярных и полевых транзисторов в разных режимах.		2				2
<b>Тема 5.3</b> 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
<b>Раздел 6. Тиристоры</b>						
<b>Тема 6.1</b> Динисторы (диодные тиристоры). Структура и принцип действия, ВАХ. Динистор с зашунтированным эмиттерным переходом.	2					
Принцип действия и ВАХ динистора						3
Исследование тиристора*			6*			
<b>Тема 6.2</b> Триодные тиристоры (тринисторы), структура, принцип действия, ВАХ.						3
<b>Тема 6.3</b> Тиристоры, проводящие в обратном направлении. Симметричные тиристоры (симисторы).	2					
Принцип действия и ВАХ симистора						2
<b>Тема 6.4</b> Способы переключения тиристоров. Динамические свойства. Основные параметры тиристоров.						2
<b>Раздел 7. Полупроводниковые термоэлектрические устройства</b>						
<b>Тема 7.1</b> 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 гальваномагнитных полупроводниковых приборов.	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			
<b>Тема 7.2</b> Термоэлектрические генераторы. Полупроводниковые холодильники и тепловые насосы						3
<b>Раздел 8. Магнитоэлектрические полупроводниковые приборы</b>						
<b>Тема 8.1</b> Эффект Холла. Магниторезистивный эффект. Преобразователи Холла.	2					
Принцип действия и параметры преобразователя Холла						3
<b>Тема 8.2</b> Магниторезисторы. Магнитодиоды и магнитотранзисторы.						2
Выполнение расчетного задания КР из раздела «Расчет полупроводниковых датчиков».						2
<b>Раздел 9. Полупроводниковые источники некогерентного излучения и жидкокристаллические индикаторы</b>						
<b>Тема 9.1</b> 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*			
<b>Тема 9.2</b> Знаковые индикаторы, шкалы и экраны на основе светоизлучающих диодов.						2
<b>Тема 9.3</b> Порошковые и пленочные электролюминесцентные излучатели.						2
<b>Тема 9.4</b> Жидкокристаллические элементы индикации						2
Принцип действия и параметры ЖКИ						2
<b>Раздел 10. Фотоприемные приборы с внешним и внутренним фотоэффектом</b>						
<b>Тема 10.1</b> Внешний фотоэффект. Электронные и ионные фотоэлементы. Структура, вольтамперные характеристики, частотные свойства, применение.						2
<b>Тема 10.2</b> Фотоэлектронные умножители, вторичные и каналовые электронные умножители.						2
<b>Тема 10.3</b> Внутренний фотоэффект. Фоторезисторы. Структура, вольтамперные характеристики, частотные	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			
свойства, применение.						
Принцип действия и параметры фотоприборов.						2
Исследование полупроводниковых фотоприемников*			6*			
<b>Тема 10.4</b> Режимы работы освещаемого р-п-перехода (фотодиодный режим и режим генерации фотоЭДС). Фотодиоды. Полупроводниковые фотоэлементы.	2					
Исследование оптронов*			4*			
<b>Тема 10.5</b> Фототранзисторы и фототиристоры.	2					
Принцип действия и параметры фототранзисторов и фототиристоров						4
<b>Раздел 11. Физические основы квантовой электроники</b>						
<b>Тема 11.1</b> Квантовые переходы в веществе и процессы испускания и поглощения света. Инвертированная активная среда. Усиление света, методы создания инверсии, принципиальные схемы уровней активных центров.	2					
Использование инвертированной активной среды для усиления света						2
<b>Тема 11.2</b> Возникновение лазерной генерации. Оптический резонатор, моды оптического резонатора, виды потерь световой энергии.						2
<b>Тема 11.3</b> Основные сведения о лазере. Коэффициент усиления, мощность генерации, условие возникновения генерации, оптимальное значение коэффициента излучательных потерь.	2					2
Линия усиления активной среды, резонансные частоты. Использование инвертированной активной среды для генерации когерентного излучения.						2
<b>Раздел 12. Оптические квантовые генераторы</b>						
<b>Тема 12.1</b> Структурная схема лазера. Типы лазеров и способы накачки.	2					
Газовый и твердотельный лазер.						2
Структура, принципы работы и кон-						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			
струкции лазеров						
<b>Тема 12.2</b> Полупроводниковые инжекционные лазеры на гомопереходах.	2					
Принцип действия и параметры полупроводниковых инжекционных лазеров. Полупроводниковые инжекционные лазеры на гетеропереходах, энергетические диаграммы, конструкция параметры и характеристики.						2
Исследование лазеров*			4*			
Выполнение расчетного задания КР из раздела «Оптические резонаторы»						2
<b>Раздел 13. Управление лазерным излучением и его применение для передачи информации</b>						
<b>Тема 13.1</b> Внутррезонансное 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.						2
<b>Тема 13.2</b> Модуляция добротности резонатора						2
<b>Тема 13.3</b> Преобразование частоты излучения в нелинейной среде						2
<b>Тема 13.4</b> Отклонение и сканирование светового луча	2					
Выполнение расчетного задания КР из раздела «Управление лазерным излучением»						2
<b>Тема 13.5</b> Передаточные свойства световода. Волоконно-оптические линии связи.						2
Выполнение расчетного задания КР из раздела «Оптические методы передачи информации»						4
<i>Зачет с оценкой</i>						
<i>Курсовая работа</i>				2		
<b>ИТОГО за 4 семестр</b>	32	16	32	2		98
<b>ИТОГО</b>	<b>64</b>	<b>16</b>	<b>64</b>	<b>3</b>	<b>35</b>	<b>142</b>

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			
<b>по дисциплине</b>			в том числе в форме практической подготовки: 64			

\* 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](http://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](http://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 модулей, 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](http://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: <a href="http://www.labfor.ru/devices/leso3">http://www.labfor.ru/devices/leso3</a>

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 аудитории (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. P-n-переход.
3. Диоды различного назначения.
4. Биполярные транзисторы.
5. Полевые (униполярные) транзисторы.
6. Тиристоры.
7. Полупроводниковые термоэлектрические и гальваномагнитные 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 использования). 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.