

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Альметьевский государственный нефтяной институт»



УТВЕРЖДАЮ
И.о. ректора АГНИ
А.Ф.Иванов
(Подпись) (ФИО)
« 22 » 06 2020г.

Рабочая программа дисциплины Б1.В.04.

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

Направление подготовки: 27.03.04 – «Управление в технических системах»

Направленность (профиль) программы: Управление и информатика в технических системах

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Автор	К.Л. Горшкова		19.06.2020г.
Рецензент	И.П. Ситдикова		19.06.2020г.
И.о. заведующего обеспечивающей (выпускающей) кафедрой автоматизации и информационных технологий	Р.Р. Ахметзянов		19.06.2020г.

Альметьевск, 2020 г.

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине
 - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине
6. Фонд оценочных средств по дисциплине
 - 6.1. Перечень оценочных средств
 - 6.2. Уровень освоения компетенций и критерии оценивания результатов обучения
 - 6.3. Варианты оценочных средств
 - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной, дополнительной учебной литературы и учебно-методических изданий, необходимых для освоения дисциплины
8. Перечень профессиональных баз данных, информационных справочных систем и информационных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин
10. Перечень программного обеспечения
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся лиц с ограниченными возможностями здоровья

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Аннотация рабочей программы дисциплины

Приложение 2. Лист внесения изменений

Приложение 3. Фонд оценочных средств

Рабочая программа дисциплины «**Физические основы микроэлектроники**» разработана доцентом кафедры автоматизации и информационных технологий Горшковой К.Л.

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

Компетенции обучающегося формируемые в результате освоения дисциплины «Физические основы микроэлектроники»:

Оцениваемые компетенции (код, наименование)	Результаты освоения компетенции	Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации
ПК-6 способностью производить расчеты и проектирование отдельных блоков устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием.	знать: - расчеты и проектирование отдельных блоков устройств микроэлектроники и схем на основе полупроводниковых диодов, транзисторов в системах автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования интегральных схем в системах автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием; уметь: - выполнять расчеты и проектирование отдельных блоков устройств микроэлектроники в системах автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования интегральных схем в системах автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием; владеть: - навыками проектирования отдельных блоков устройств микроэлектроники в системах автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования интегральных схем в системах автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием.	Текущий контроль: Компьютерное тестирование по темам 1-6 Практические задачи по темам 1, 2, 5 Лабораторные работы по темам 3-6 Промежуточная аттестация: Экзамен

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Дисциплина «Физические основы микроэлектроники» входит в состав Б1.В. и относится к вариативной части ОПОП по направлению подготовки 27.03.04– Управление в технических системах, направленность (профиль) программы – Управление и информатика в технических системах.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре.

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов.

Контактная работа обучающихся с преподавателем:

- лекции 18ч.;
- практические занятия 18 ч.;
- лабораторные занятия 18 ч.;
- КСР 4ч.

Самостоятельная работа 50 ч.

Контроль 36ч.

Форма промежуточной аттестации дисциплины: экзамен в 3 семестре.

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине

Очная форма обучения

№ п/п	Тема дисциплины	семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	КСР	
1.	Основные физические представления, лежащие в основе микро-технологии. Металлы, диэлектрики и полупроводники.	3	4	4	-	1	10
2.	Расчет концентраций носителей в полупроводниках. Уровень Ферми в полупроводниках.	3	2	5	-	1	5
3.	Образование р-п- переходов в полупроводниках.	3	2	-	4		5
4.	Физические основы работы диодов, светодиодов, фотодиодов.	3	2	-	5	1	5

5.	Формирование диодов, резисторов и конденсаторов. Физические основы работы полевых транзисторов.	3	6	9	4		15
6.	Физические основы работы кремниевого управляемого вентиля, семейство тиристоров и биполярных транзисторов.	3	2	-	5	1	10
	Итого по дисциплине		18	18	18	4	50

4.2 Содержание дисциплины

Тема	Кол-во часов	Используемый метод	Формируемые компетенции
Дисциплинарный модуль 3.1			
Тема 1. Основные физические представления, лежащие в основе микро-технологии. Металлы, диэлектрики и полупроводники (8ч.)			
<i>Лекция 1.</i> Электроны. Энергетическое состояние электронов в многоэлектронных атомах. Энергетические зоны и перенос заряда в полупроводниках. Электропроводность.	2	<i>групповое обсуждение</i>	ПК-6
<i>Лекция 2.</i> Принцип разделения веществ на проводники, полупроводники и изоляторы. Полупроводник n- и p-типа.	2	-	ПК-6
<i>Практическое занятие №1.</i> Электропроводность полупроводников.	2	-	ПК-6
<i>Практическое занятие №2.</i> Диффузия носителей заряда. Ток дрейфа.	2	-	ПК-6
Тема 2. Расчет концентраций носителей в полупроводниках. Уровень Ферми в полупроводниках (7ч.)			
<i>Лекция 3.</i> Расчет концентраций для средне-, сильнолегированных и слаболегированных полупроводников. Распределение Ферми. Энергия Ферми. Электроны и дырки. Уровень Ферми в беспримесном полупроводнике.	2	<i>групповое обсуждение</i>	ПК-6
<i>Практическое занятие №3.</i> Расчет концентраций для средне-, сильнолегированных и слаболегированных полупроводников.	2	<i>«работа в малых группах»</i>	ПК-6
<i>Практическое занятие №4.</i> Распределение Ферми. Энергия Ферми. Уровень Ферми в беспримесном полупроводнике.	3	-	ПК-6
Тема 3. Образование p-n- перехода в полупроводниках (6ч.)			
<i>Лекция 4.</i> Диффузионный и дрейфовый токи в полупроводнике. Образование p-n- перехода и рассмотрение его свойств. Напряженность электрического поля в зоне обеднения. p-n- переход	2	<i>«лекция-визуализация»</i>	ПК-6

при приложении внешнего напряжения и с энергетической точки зрения.			
<i>Лабораторная работа №1.</i> Исследование р-п переходов интегральных схем.	2	«работа в малых группах»	ПК-6
<i>Лабораторная работа №2.</i> Исследование температурной зависимости параметров элементов интегральных схем.	2	-	ПК-6
Тема 4. Физические основы работы диодов, светодиодов, фотодиодов (7ч.)			
<i>Лекция 5.</i> Физические особенности работы диодов, светодиодов, фотодиодов. Вольт-амперная характеристика р-п-диода. Область обеднения в р-п-диоде. Пробой перехода. Емкость перехода.	2	«лекция-визуализация»	ПК-6
<i>Лабораторная работа №3.</i> Исследование выпрямительных свойств диода, фотодиода и светодиода.	2	«ситуационный анализ»	ПК-6
<i>Лабораторная работа №4.</i> Исследование вольтамперных характеристик стабилитрона, туннельного диода и терморезистора.	3	-	ПК-6
Дисциплинарный модуль 3.2			
Тема 5. Формирование диодов, резисторов и конденсаторов. Физические основы работы полевых транзисторов (19ч.)			
<i>Лекция 6.</i> Технология изготовления интегральных схем. Полупроводниковые материалы, обработка материалов, очистка, выращивание кристаллов.	2	-	ПК-6
<i>Лекция 7.</i> Основные этапы производства (маскирование, фотолитография, травление). Технологические процессы диффузии и окисления. Металлизация. Эпитаксильный слой.	2	-	ПК-6
<i>Лекция 8.</i> Структура и принцип действия полевых транзисторов с р-п- переходом, полевых транзисторов со структурой металл-окисел-полупроводник или МОП-транзисторы. Способы смещения полевых транзисторов с р-п- переходом и МОП-транзисторов. Стоковые и передаточные характеристики. Сравнение биполярных и полевых транзисторов.	2	групповое обсуждение	ПК-6
<i>Практическое занятие №5.</i> Полевые транзисторы с р-п переходом.	2	«ситуационный анализ»	ПК-6
<i>Практическое занятие №6.</i> Смещение полевых транзисторов.	2	-	ПК-6
<i>Практическое занятие №7.</i> Анализ схемы усилителя на полевом транзисторе.	2	-	ПК-6
<i>Практическое занятие №8.</i> Комплементарные МОП.	3	«работа в малых группах»	ПК-6
<i>Лабораторная работа №5.</i> Исследование характеристик полевого транзистора. Проходная характеристика, крутизна и пороговое напряжение МОПструктур	2	«ситуационный анализ»	ПК-6

Лабораторная работа №6. Усилитель на МОП-транзисторе. Ключи на МОП-транзисторах.	2	-	ПК-6
Тема 6. Физические основы работы кремниевого управляемого вентиля, семейство тиристоров и биполярных транзисторов (7ч.)			
Лекция 9. Особенности работы тиристоров. Конструкция, символическое обозначение, транзисторный аналог. Действие лавинного эффекта. Двухнаправленный тиристор.	2	«лекция-визуализация»	ПК-6
Лабораторная работа №7. Исследование характеристик тиристора.	3	-	ПК-6
Лабораторная работа №8. Исследование характеристик биполярного транзистора.	2	«работа в малых группах»	ПК-6

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию преподавателя, без его непосредственного участия и направлена на самостоятельное изучение отдельных аспектов тем дисциплины.

Цель самостоятельной работы – подготовка современного компетентного специалиста и формирования способной и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

Самостоятельная работа способствует формированию аналитического и творческого мышления, совершенствует способы организации исследовательской деятельности, воспитывает целеустремленность, систематичность и последовательность в работе студентов, обеспечивает подготовку студента к текущим контактным занятиям и контрольным мероприятиям по дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности студента на занятиях и в качестве выполненных тестовых заданий, и других форм текущего контроля.

Самостоятельная работа может включать следующие виды работ:

- изучение понятийного аппарата дисциплины;
- проработка тем дисциплины, поиск информации в электронных библиотечных системах;
- подготовка к лабораторным работам, практическим занятиям;
- работа с основной и дополнительной литературой, представленной в рабочей программе;
- подготовка к промежуточной аттестации;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку;
- - работа в электронных библиотечных системах, справочных, справочно-поисковых и иных системах, связанных с расчетами интегральных схем микроэлектроники.

Темы для самостоятельной работы обучающегося, порядок их контроля по дисциплине «Физические основы микроэлектроники» приведены в методических указаниях:

Горишкова К.Л. *Физические основы микроэлектроники: методические указания по проведению практических занятий и организации самостоятельной работы по дисциплине «Физические основы микроэлектроники» для бакалавров направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» очной формы обучения.* – Альметьевск: Альметьевский государственный нефтяной институт, 2019. – 28с.

6. Фонд оценочных средств по дисциплине

Основной целью формирования ФОС по дисциплине «Физические основы микроэлектроники» является создание материалов для оценки качества подготовки обучающихся и установления уровня освоения компетенций.

Полный перечень оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине приведен в Фонде оценочных средств (приложение 3 к данной рабочей программе).

Текущий контроль освоения компетенций по дисциплине проводится при изучении теоретического материала, решении задач на практических занятиях, сдаче отчетов по лабораторным работам.

Итоговой оценкой освоения компетенций является промежуточная аттестация в форме экзамена, проводимая в тестовой форме.

6.1. Перечень оценочных средств

Этапы формирования компетенций	Вид оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
Текущий контроль			
1	Лабораторная работа	Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся. Задания в лабораторных работах должны включать элемент командной работы. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и оценить уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, а также навыков практического мышления. Позволяет оценить способность к профессиональным трудовым действиям	Темы, задания для выполнения лабораторных работ, вопросы к их защите
2	Тестирование компьютерное	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося по соответствующим компетенциям. Обработка результатов тестирования на компьютере обеспечивается специальными программами. Позволяет проводить самоконтроль(репетиционное тестирование), может выступать в роли тренажера при подготовке к зачету или экзамену	Фонд тестовых заданий

3	Практическая задача	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задача должна быть направлена на оценивание тех компетенций, которые подлежат освоению в данной дисциплине, должна содержать четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект задач
Промежуточная аттестация			
4	Экзамен	Итоговая форма определения степени достижения запланированных результатов обучения(оценивания уровня освоения компетенций). Экзамен проводится в тестовой форме по всем темам дисциплины.	Перечень вопросов к экзамену

6.2.Уровень освоения компетенций и критерии оценивания результатов обучения

№ п/п	Оцениваемые компетенции (код, наименование)	Планируемые результаты обучения	Уровень освоения компетенций			
			Продвинутый уровень	Средний уровень	Базовый уровень	Компетенции не освоены
			Критерии оценивания результатов обучения			
			«отлично» (от 86 до 100 баллов)	«хорошо» (от 71 до 85 баллов)	«удовлетворительно» (от 55 до 70 баллов)	«неудовлетв.» (менее 55 баллов)
1	ПК-6 способностью производить расчеты и проектирование отдельных блоков устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием.	знать: - расчеты и проектирование отдельных блоков устройств микроэлектроники и схем на основе полупроводниковых диодов, транзисторов в системах автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования интегральных схем в системах автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием.	Сформированные систематические представления об устройствах микроэлектроники и схемах на основе полупроводниковых диодов, транзисторов в системах автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования интегральных схем в системах автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об устройствах микроэлектроники и схемах на основе полупроводниковых диодов, транзисторов в системах автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования интегральных схем в системах автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием.	Неполные представления об устройствах микроэлектроники и схемах на основе полупроводниковых диодов, транзисторов в системах автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования интегральных схем в системах автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием.	Фрагментарные представления об устройствах микроэлектроники и схемах на основе полупроводниковых диодов, транзисторов в системах автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования интегральных схем в системах автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием.
		уметь: - выполнять расчеты и проектирование отдельных блоков	Сформированное умение выполнять расчеты и проектирование отдельных блоков устройств	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение выполнять расчеты и	В целом успешное, но не систематическое умение выполнять расчеты и проектирование отдельных	Фрагментарное умение выполнять расчеты и проектирование отдельных блоков

6.3. Варианты оценочных средств

6.3.1. Тестирование компьютерное

6.3.1.1. Порядок проведения

Тестирование компьютерное по дисциплине «Физические основы микроэлектроники» проводится два раза в течение семестра. Фонд тестовых заданий содержит список вопросов и различные варианты ответов.

6.3.1.2. Критерии оценивания

Результат теста зависит от количества вопросов, на которые был дан правильный ответ.

6.3.1.3. Содержание оценочного средства

Тестовые задания для оценки уровня сформированности компетенций

Код компет енции	Тестовые вопросы	Варианты ответов			
		1	2	3	4
Дисциплинарный модуль 3.1.					
ПК-6	Какая зона характеризуется тем, что электроны, находящейся в ней, обладают энергиями?	разрешенная	запрещенная	валентная	проводимости
	Совокупность уровней, на каждом из которых могут находиться электроны?	разрешенная	запрещенная	валентная	проводимости
	Промежутки между разрешенными зонами носят название...	запрещенных зон	разрешенных зон	зоны проводимости	ковалентной связи
	Как называют верхнюю заполненную зону?	ковалентную	проводимую	валентную	нековалентную
	Электропроводность, обусловленную движением свободных электронов называют?	дырочной	электронно-дырочной	дырочно-электронной	электронной
	Электропроводность, обусловленную движением дырок называют?	электронной	дырочной	гетеропереходом	дырочно-электронной
	Генерация – это ...	процесс восстановления разорванных валентных связей.	процесс образования пары электрон-дырка.	переходы между полупроводниковым материалами, имеющим и различную ширину запрещенной зоны.	процесс образования перехода.

	Процесс восстановления разорванных валентных связей называют...	генерация	временем жизни	ковалентной связью	электропроводимостью
	Время жизни – это промежуток времени прошедший с момента генерации частицы	после ее рекомбинации	от начала и до конца рекомбинации	до процесса образования пары	до конца генерации
	Как определяется подвижность носителей заряда?	$\frac{V}{E}$	$\frac{E}{V}$	$\frac{J}{E}$	$\frac{I}{V}$
Дисциплинарный модуль 3.2.					
ПК-6	Плотность диффузионных токов для одномерного случая определяется:	$J_{p\text{диф}} = -qD_p \frac{dp}{dx}$, $J_{n\text{диф}} = -qD_n \frac{dn}{dx}$	$J_{p\text{диф}} = qD_p \frac{dp}{dx}$, $J_{n\text{диф}} = -qD_n \frac{dn}{dx}$	$J_{p\text{диф}} = \frac{dp}{dx}$, $J_{n\text{диф}} = \frac{dn}{dx}$	$J_{p\text{диф}} = -qD_p$, $J_{n\text{диф}} = qD_n$
	Инжекция - это	возврат носителей заряда	разрушения носителей заряда	введение носителей заряда	захват неосновных носителей заряда
	Экстракция - это	нагнетание носителей заряда	захват и перенос неосновных носителей заряда	разрушение носителей заряда	Равновесное состояние носителей заряда
	Симметричный переход – это электронно-дырочный переход, у которого:	$p_p \ll n_n$	$p_p \geq n_n$	$p_p \leq n_n$	$p_p \approx n_n$
	Биполярный транзистор - это	полупроводниковый прибор с 2-мя взаимодействующими электрическими переходами и 3-мя выводами	полупроводниковый прибор с одним взаимодействующим электрическим переходом и 2-мя выводами	полупроводниковый прибор с 3-мя взаимодействующими электрическими переходами и 2-мя выводами	
	Как называется крайняя область транзистора, которая используется в режиме инжекции?	коллектор	эмиттер	база	
	Как называется область, которая осуществляет экстракцию носителей заряда?	коллектор	эмиттер	база	

	Средняя область транзистора-	коллектор	эмиттер	база	
	Как называется электронно-дырочный переход, расположенный между эмиттером и базой?	коллекторный	эмиттерный	базовый	

6.3.1. Лабораторные работы

6.3.1.1. Порядок проведения

Лабораторные работы выполняются обучающимися самостоятельно во время аудиторных занятий, в учебной аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием. Обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. По завершению лабораторных исследований проводится защита лабораторных работ. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области. Ответ студента оценивается преподавателем в соответствии с установленными критериями.

6.3.2.2. Критерии оценивания

Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся (максимальный балл по каждой лабораторной работе приведен в п. 6.4), если обучающимся:

- оборудование и методы использованы правильно, проявлена продвинутая теоретическая подготовка, необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.

Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающимся:

- оборудование и методы использованы в основном правильно, проявлена средняя теоретическая подготовка, необходимые навыки и умения в основном освоены, результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.

Баллы в интервале 55-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- оборудование и методы частично использованы правильно, проявлена базовая теоретическая подготовка, необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.

Баллы в интервале 0-54% от максимальных ставятся, если обучающимся:

- оборудование и методы использованы неправильно, проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка, необходимые навыки и умения не освоены, результат лабораторной работы не соответствует её целям.

6.3.2.3. Содержание оценочного средства

Задания и вопросы к защите лабораторных работ:

Лабораторная работа №1. Исследование р-п перехода в полупроводниках.

Задание. Исследовать влияние р-п перехода выпрямительного диода на ток в нем в зависимости от величины и полярности приложенного напряжения (ПК-6).

Вопросы к защите.

1. Чем определяется проводимость примесных полупроводников (ПК-6)?

3. Объясните процесс образования полупроводников р- и n- типов (ПК-6).

4. Как называется напряжение, при котором диод становится проводящим (ПК-6)?

5. Как устроен полупроводниковый диод (ПК-6)?

6. Какие подвижные носители являются основными в полупроводниках р- и п- типов (ПК-6)?
7. Объясните образование р- и п- перехода (ПК-6).
8. Объясните физический смысл прямого и обратного включения р- п перехода (ПК-6).
9. Объясните зависимость ширины запирающего слоя р- п перехода от приложенного напряжения (ПК-6).
10. Какой формулой описывается ВАХ р- п перехода (ПК-6)?

Основные теоретические положения, последовательность выполнения работы, методика, правила оформления и варианты индивидуальных заданий по лабораторным работам описаны в методических указаниях:

Горшкова К.Л. Физические основы микроэлектроники: методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Физические основы микроэлектроники» для бакалавров направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» очной формы обучения. – Альметьевск: Альметьевский государственный нефтяной институт, 2019. – 33с.

6.3.2. Практические задачи

6.3.2.1. Порядок проведения

Выполнение практических задач осуществляется студентами на практических занятиях и самостоятельно с использованием лекционного материала, а также материалов из списка рекомендованной основной и дополнительной литературы, учебно-методических изданий и нормативно-правовых источников. Ответ студента оценивается преподавателем в соответствии с установленными критериями.

6.3.2.2. Критерии оценивания

Баллы в интервале 86-100% от максимальных (максимальный балл приведен в п. 6.4) ставятся, если обучающийся:

- умеет разбирать альтернативные варианты решения практических задач, развиты навыки критического анализа проблем, предлагает новые решения в рамках поставленной задачи.

Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- показал умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, но допустил не критичные неточности и доказательства в ответе и решении.

Баллы в интервале 55-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- в состоянии решать задачи в соответствии с заданным алгоритмом, однако допускает ряд ошибок при решении конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Баллы в интервале 0-54% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- допускает грубые ошибки в решении типовых практических задач (неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой дисциплины).

6.3.2.3. Содержание оценочного средства

Пример задачи для оценки сформированности компетенции ПК-6:

Показать, что если для полупроводника при данной температуре концентрация электронов n будет равна $n_i(\mu_p / \mu_n)^{1/2}$, то его проводимость будет минимальна. Здесь n_i - плотность собственных носителей, μ_p и μ_n - соответственно подвижность дырок и электронов.

Полный комплект практических заданий по темам дисциплины представлен в методических указаниях:

Горшкова К.Л. Физические основы микроэлектроники: методические указания по проведению практических занятий и организации самостоятельной работы по дисциплине «Физические основы микроэлектроники» для бакалавров направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» очной формы обучения. – Альметьевск: Альметьевский государственный нефтяной институт, 2019. – 28с.

6.3.3. Экзамен

6.3.3.1. Порядок проведения

Тип задания – вопросы к экзамену. Вопросы к экзамену выдаются студентам заранее. Экзамен проводится в форме компьютерного тестирования.

6.3.3.2. Критерии оценивания

Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- демонстрирует продвинутый уровень владения знаниями, умениями и навыками соответствующих компетенций, что позволяет ему решать широкий круг типовых и нетиповых задач;
- проявил высокую эрудицию и свободное владение материалом дисциплины;
- дал ответы на вопросы четкие, обоснованные и полные, проявил готовность к дискуссии.

Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- демонстрирует знания, умения, навыки, сформированные на среднем уровне соответствующих компетенций;
- способен самостоятельно воспроизводить и применять соответствующие знания, умения и навыки для решения типовых задач дисциплины;
- может выполнять поиск и использовать полученную информацию для выполнения новых профессиональных действий;
- дал ответы на вопросы преимущественно правильные, но недостаточно четкие.

Баллы в интервале 55-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- демонстрирует знания, умения, навыки, сформированные на базовом уровне соответствующих компетенций;
- частично, с помощью извне (например, с использованием наводящих вопросов) может воспроизводить и применять соответствующие знания, умения, навыки;
- дал ответы на вопросы не полные.

Баллы в интервале 0-54% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- не ответил на большую часть вопросов;

-демонстрирует полную некомпетентность в материале дисциплины, не способность самостоятельно, без помощи извне, воспроизводить и применять соответствующие знания, умения, навыки.

6.3.3.3. Содержание оценочного средства

Примерные вопросы к экзамену для оценки сформированности компетенции ПК-6:

1. Предмет микроэлектроники, основные понятия и определения.

Классификация ИМС.

2. Электропроводность полупроводников. Ток дрейфа.

3. Примесная электропроводность. Акцепторные и донорные примеси.

4. Основные свойства и характеристики полупроводников. Уровень Ферми. Значение потенциалов Ферми.

5. Концентрация носителей заряда. Уравнение непрерывности.

6. Электрические переходы. Свойства несимметричного p-n перехода.

7. Электрические переходы. Переход, смещенный в прямом направлении. Зависимость ширины запирающего слоя p-n перехода от напряжения.

8. Электрические переходы. Переход, смещенный в обратном направлении. Зависимость ширины запирающего слоя p-n перехода от напряжения.

9. Вольтамперная характеристика диода. Емкости p-n перехода.

10. Пробой p-n перехода: электрический и тепловой.

11. Полупроводниковые диоды, их классификация, условные обозначения. Выпрямительные диоды. Импульсные диоды.

12. Полупроводниковые диоды, их классификация, условные обозначения. Стабилитроны и ограничители напряжения. Диоды СВЧ. Смесительные и детекторные диоды.

13. Полупроводниковые диоды, их классификация, условные обозначения. Варикапы. Туннельные и обращенные диоды.

14. Компоненты оптоэлектроники. Светодиоды.

15. Компоненты оптоэлектроники. Фотодиоды.

16. Физические процессы транзисторов. Структура биполярного транзистора. 3 режима работы транзистора.

17. Тиристоры, обозначение, особенности применения. Диодный тиристор.

18. Тиристоры, обозначение, особенности применения. Триодный тиристор.

19. Полевые транзисторы, графическое обозначение, особенности применения, основные параметры. Полевой транзистор с управляющим p-n переходом.

20. Полевые транзисторы, графическое обозначение, особенности применения, основные параметры. Транзисторы с изолированным затвором (МДП-транзисторы).

21. Интегральные микросхемы (ИМС). Полупроводниковые и гибридные ИМС.

22. Общая классификация основных типов логических элементов. Сравнительная характеристика. Реализация базовых логических функций с помощью диодных ключей.
23. Понятие транзисторного ключа. Использование МОП-транзисторов для создания логических элементов. КМОП инвертор.
24. Особенности структуры n - p - n БП транзисторов ИМС с изоляцией на основе n - p перехода. Влияние общей подложки на работу биполярных транзисторов ИМС.
25. Диэлектрическая изоляция элементов биполярных ИМС. ИМС с комбинированной изоляцией.
26. Интегральные транзисторы типа p - n - p . Основные параметры и особенности структуры.
27. Многоэмиттерные транзисторы ИМС. Принцип действия.
28. ИМС повышенной степени интеграции. Многоколлекторные транзисторы.
29. Работа транзистора в ключевом режиме. Прохождение прямоугольных импульсов через каскад на основе биполярного транзистора
30. Применение полевых транзисторов в микроэлектронике. Варианты конструкции МДП-транзисторов ИМС.
31. Использование выпрямляющего контакта металл-полупроводник для увеличения быстродействия биполярных транзисторов Транзисторы с диодом Шоттки.
32. Влияние подложки ИМС на параметры и характеристики интегральных диодов и стабилитронов.
33. Конструктивные особенности активных элементов полупроводниковых микросхем на основе полевых транзисторов. КМОП структуры.
34. Сущность эффектов короткого канала в МДП структурах. Механизм влияния короткоканальных эффектов на пороговое напряжение транзисторов.
35. ВАХ характеристики МДП транзисторов с коротким и длинным каналом. Сравнительный анализ.
36. Основные проблемы миниатюризации МДП транзисторов. Выбор материала подзатворного диэлектрика.
37. Конструктивные особенности субмикронных транзисторов LDD структуры и их влияние на эффекты короткого канала.
38. Современные МДП транзисторы на основе технологии «напряженного» кремния. Принцип действия. Критерии выбора материала для формирования области канала таких транзисторов.
39. Резистивные элементы полупроводниковых ИМС. Пленочные и диффузионные резисторы.
40. Конденсаторы и индуктивные элементы в микроэлектронике.
41. Приборы с зарядовой связью, сфера применения и принцип действия.
42. Физические ограничения в микроэлектронике. Электромиграция в ИМС. Влияние межэлементных соединений на работу ИМС. Понятие задержки импульса.

43. Структура полевых транзисторов с управляющим переходом металл-полупроводник.

44. Принцип действия транзисторов с управляющим переходом металл-полупроводник.

45. Анализ стоковых и сток-затворных характеристик.

46. Гетероструктуры на основе арсенида галлия. Явления сверхинжекции в гетеропереходах.

47. Применение пьезоэффекта в радиоэлектронике. Принцип действия основных приборов пьезоэлектроники

48. Акустоэлектрический эффект. Приборы на основе поверхностно-акустических волн.

49. Элементы функциональной электроники на основе сверхпроводящих материалов. Стационарный и нестационарный эффекты Джозефсона.

50. Радиоэлектронные приборы на основе оптических и магнитоэлектрических эффектов в твердых телах. Молекулярная и биоэлектроника.

Образец вариантов тестовых заданий на экзамен, проводимый в форме тестирования

Код компет енции	Тестовые вопросы	Варианты ответов			
		1	2	3	4
ПК-6	Электропроводность, обусловленную движением свободных электронов называют?	дырочной	электронн о-дырочной	дырочно-электронн ой	электронн ой
	Электропроводность, обусловленную движением дырок называют?	электронн ой	дырочной	гетеропер еходом	дырочно-электронн ой
	Генерация – это ...	процесс восстановления разорванн ых валентных связей.	процесс образован ия пары электрон-дырка.	переходы между полупрово дниковым материала ми, имеющим и различну ю ширину запрещен ной зоны.	процесс образован ия перехода.
	Процесс восстановления разорванных валентных связей называют...	генерацие й	временем жизни	ковалентн ой связью	электропр оводимост ью
	Время жизни – это промежуток времени прошедший с момента генерации частицы	после ее рекомбина ции	от начала и до конца рекомбина ции	до процесса образован ия пары	до конца генерации

Биполярный транзистор - это	полупроводниковый прибор с 2-мя взаимодействиями и электрическими переходами и 3-мя выводами	полупроводниковый прибор с одним взаимодействием электрическим переходом и 2-мя выводами	полупроводниковый прибор с 3-мя взаимодействиями и электрическими переходами и 2-мя выводами	
Как называется крайняя область транзистора, которая используется в режиме инжекции?	коллектор	эмиттер	база	
Как называется область, которая осуществляет экстракцию носителей заряда?	коллектор	эмиттер	база	
Инжекция - это	возврат носителей заряда	разрушение носителей заряда	введение носителей заряда	захват неосновных носителей заряда
Экстракция - это	нагнетание носителей заряда	захват и перенос неосновных носителей заряда	разрушение носителей заряда	Равновесное состояние носителей заряда

6.4.Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

В ГБОУ ВО АГНИ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся.

Общие положения:

- Для допуска к экзамену студенту необходимо набрать не менее **35 баллов** по результатам текущего контроля знаний.
- Если студент по результатам текущего контроля в учебном семестре набрал от **55** до **60** баллов и по данной дисциплине предусмотрен экзамен, то по желанию студента в экзаменационную ведомость и зачетную книжку экзаменатором без дополнительного опроса может быть проставлена оценка «удовлетворительно».
- Выполнение контрольных работ и тестов принимается в установленные сроки.
- Защита лабораторных работ принимается в установленные сроки.

- При наличии уважительных причин срок сдачи может быть продлен, но не более чем на две недели.

- Рейтинговая оценка регулярно доводится до студентов и передается в деканат в установленные сроки.

Порядок выставления рейтинговой оценки:

1. До начала семестра преподаватель формирует рейтинговую систему оценки знаний студентов по дисциплине, с разбивкой по текущим аттестациям.

2. Преподаватель обязан на первом занятии довести до сведения студентов условия рейтинговой системы оценивания знаний и умений по дисциплине.

3. После проведения контрольных испытаний преподаватель обязан ознакомить студентов с их результатами и по просьбе студентов объяснить объективность выставленной оценки.

4. В случае пропусков занятий по неуважительной причине студент имеет право добрать баллы после изучения всех модулей до начала экзаменационной сессии.

5. Студент имеет право добрать баллы во время консультаций, назначенных преподавателем.

6. Преподаватель несет ответственность за правильность подсчета итоговых баллов.

7. Преподаватель не имеет права аннулировать баллы, полученные студентом во время семестра, обязан учитывать их при выведении итоговой оценки.

Распределение рейтинговых баллов по дисциплине

По дисциплине «Физические основы микроэлектроники» предусмотрено два дисциплинарных модуля в 3 семестре.

Дисциплинарный модуль	ДМ 3.1	ДМ 3.2
Текущий контроль (лабораторные работы, практические задания)	8-15	9-15
Текущий контроль (тестирование)	9-15	9-15
Общее количество баллов	17-30	18-30
Итоговый балл:	35-60	

Дисциплинарный модуль 3.1

№ п/п	Виды работ	Максимальный балл
Текущий контроль		
1	П.-З. №1. Электропроводность полупроводников.	1
2	П.-З. №2. Диффузия носителей заряда. Ток дрейфа.	2
3	П.-З. №3. Расчет концентраций для средне-, сильнолегированных и слаболегированных полупроводников.	2
4	П.-З. №4. Распределение Ферми. Энергия Ферми. Уровень Ферми в беспримесном полупроводнике.	2
5	Л.-Р. №1. Исследование р-п переходов интегральных схем.	2
6	Л.-Р. №2. Исследование температурной зависимости параметров элементов интегральных схем.	2
7	Л.-Р. №3. Исследование выпрямительных свойств диода, фотодиода и светодиода.	2

8	Л.-Р. №4. Исследование вольтамперных характеристик стабилитрона, туннельного диода и терморезистора.	2
Итого:		15
Текущий контроль		
1	Тестирование по модулю 3.1	15
Итого по ДМ3.1:		30

Дисциплинарный модуль 3.2

№ п/п	Виды работ	Максимальный балл
Текущий контроль		
1	П.-З. №5. Полевые транзисторы с р-п переходом.	1
2	П.-З. №6. Смещение полевых транзисторов.	2
3	П.-З. №7. Анализ схемы усилителя на полевом транзисторе.	2
4	П.-З. №8. Комплементарные МОП.	2
5	Л.-Р. №5. Исследование характеристик полевого транзистора. Проходная характеристика, крутизна и пороговое напряжение МОПструктур	2
6	Л.-Р. №6. Усилитель на МОП-транзисторе. Ключи на МОП-транзисторах.	2
7	Л.-Р. №7. Исследование характеристик тиристора.	2
8	Л.-Р. №8. Исследование характеристик биполярного транзистора.	2
Итого:		15
Текущий контроль		
1	Тестирование по модулю 3.2	15
Итого по ДМ 3.2:		30

Студентам могут быть добавлены **дополнительные баллы** за следующие виды деятельности:

- участие в научно-исследовательской работе кафедры (до 7 баллов);
- выступление с докладами (по профилю дисциплины) на конференциях различного уровня (до 5 баллов);
- участие в написании статей с преподавателями кафедры (до 5 баллов);
- участие в интеллектуальной игре «Брейн-ринг», проводимой кафедрой автоматизации и информационных технологий (до 5 баллов), на олимпиадах (по профилю дисциплины) в других вузах (до 10 баллов).

При этом, если в течение семестра студент набирает более 60 баллов (по результатам дисциплинарных модулей и полученных дополнительных баллов), то итоговая сумма баллов округляется до 60 баллов.

В соответствии с Учебным планом направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» по дисциплине «Физические основы микроэлектроники» предусмотрен экзамен в 3 семестре.

Критерии оценки знаний студентов в рамках промежуточной аттестации в форме экзамена

Экзамен проводится в форме компьютерного тестирования. Студенту предоставляется блок тестовых заданий (20-40 шт.), которые генерируются автоматической тестирующей системой персонально в случайном порядке и содержат вопросы по всему перечню тем дисциплины. Каждое правильное выполненное тестовое задание оценивается в 2-1 балл. Максимальное число баллов за экзамен в тестовой форме – 40.

Шкала перевода рейтинговых баллов

Общее количество набранных баллов	Оценка
55-70	3 (удовлетворительно)
71-85	4 (хорошо)
86-100	5 (отлично)

7. Перечень основной, дополнительной учебной литературы и учебно-методических изданий, необходимых для освоения дисциплины

№ п/п	Библиографическое описание	Количество печатных экземпляров или адрес электронного ресурса	Коэффициент обеспеченности
Основная литература			
1.	Белоусов А. В. Электротехника и электроника [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. В. Белоусов. - Электрон. текстовые данные. - Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2015. - 185с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/66690.html	1
2.	Гордеев-Бургвиц, М. А. Общая электротехника и электроника [Электронный ресурс]: учебное пособие / М. А. Гордеев-Бургвиц. – Электрон. текстовые данные. - М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2015. – 331 с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/35441.html	1
3.	Физические основы электроники и электротехники [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Н. Ларионов Ю. И. Кураков, В. С. Воищев [и др.]. - Электрон.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/72782.html	1

	текстовые данные. - Воронеж: Воронежский Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого, 2015. - 434 с		
Дополнительная литература			
1.	Аристов А. В. Физические основы электроники. Сборник задач и примеры их решения [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А. В. Аристов, В. П. Петрович. - Электрон. текстовые данные. - Томск : Томский политехнический университет, 2015. - 100 с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/55211.html	1
2.	Гололобов В. Н. Электроника для любознательных [Электронный ресурс] / В. Н. Гололобов. - Электрон. текстовые данные. - СПб.: Наука и Техника, 2018. - 320 с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/78089.html	1
3.	Дурнаков А. А. Электроника [Электронный ресурс]: учебно- методическое пособие / А. А. Дурнаков, В. И. Елфимов; под ред. Н. П. Никитин. - Электрон. текстовые данные. - Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. -160 с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/66620.html	1
4.	Максина Е. Л. Электроника [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. Л. Максина. - 2-е изд. - Электрон. текстовые данные. - Саратов: Научная книга, 2019. - 159с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/81069.html	1
5.	Шандриков А. С. Электротехника с основами электроники [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. С. Шандриков. - Электрон. текстовые данные. - Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. - 320 с.	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/67801.html	1
Учебно-методические издания			
1.	Горшкова К.Л. Физические основы микроэлектроники. Методические указания для проведения практических занятий для бакалавров направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» очной формы обучения.. – Альметьевск: АГНИ, 2019. – 28с.	http://elibrary.agni-rt.ru/	1

2.	Горшкова К.Л. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Физические основы микроэлектроники» для бакалавров направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» очной формы обучения. – Альметьевск: Альметьевский государственный нефтяной институт, 2019. – 33с.	http://elibrary.agni-rt.ru/	1
----	---	---	---

8. Перечень профессиональных баз данных, информационных справочных систем и информационных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

№ п/п	Наименование	Адрес в Интернете
1	Единое окно доступа к информационным ресурсам	http://window.edu.ru/
2	Российская государственная библиотека	http://www.rsl.ru
3	Электронная библиотека Elibrary	http://elibrary.ru
4	Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://iprbookshop.ru
5	Электронная библиотека АГНИ	http://elibrary.agni-rt.ru./

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Цель методических указаний по освоению дисциплины – обеспечить обучающемуся оптимальную организацию процесса изучения дисциплины, а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

Изучение дисциплины обучающимся требует систематического, упорного и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить как пропущенную тему, так и всю дисциплину в целом. Именно поэтому контроль над систематической работой студентов должен находиться в центре внимания преподавателя.

При подготовке к лекционным занятиям (теоретический курс) обучающимся необходимо:

- перед очередной лекцией необходимо изучить по конспекту материал предыдущей лекции, просмотреть рекомендуемую литературу;
- при затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам, рекомендованным рабочей программой дисциплины. Если разобраться в материале самостоятельно не удалось, то следует обратиться к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических, лабораторных занятиях.

При подготовке к практическим и лабораторным занятиям обучающимся необходимо:

- приносить с собой рекомендованную в рабочей программе литературу к конкретному занятию;
- до очередного практического, лабораторного занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей теме;
- теоретический материал следует соотносить с нормативно-справочной литературой, так как в ней могут быть внесены последние научные и практические достижения, изменения, дополнения, которые не всегда отражены в учебной литературе;
- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;
- на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов, в случае затруднений – обращаться к преподавателю.

Обучающимся, пропустившим занятия (независимо от причин), рекомендуется не позже, чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучавшейся на занятии.

Самостоятельная работа студентов имеет систематический характер и складывается из следующих видов деятельности:

- подготовка ко всем видам контрольных испытаний, в том числе к текущему контролю успеваемости (в течение семестра), промежуточной аттестации (по окончании семестра);
- решение практических задач;
- самостоятельное изучение теоретического материала;
- оформление отчетов по лабораторным работам;
- подготовка к защите отчетов по лабораторным работам.

Для выполнения указанных видов работ необходимо изучить соответствующие темы теоретического материала, используя конспект лекций, учебники и учебно-методическую литературу, а также интернет-ресурсы.

Перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам для подготовки к занятиям и выполнению самостоятельной работы, а также методические материалы на бумажных и/или электронных носителях, выпущенные кафедрой своими силами и предоставляемые студентам во время занятий, представлены в пункте 7 рабочей программы.

Для изучения дисциплины также, используется система дистанционного обучения АГНИ «Цифровой университет» (СДО АГНИ), созданная на платформе MOODLE, которая позволяет организовать контактную работу обучающихся посредством сети «Интернет» в удаленном режиме доступа. При этом трудоемкость дисциплины и контактной работы, материалы, используемые для проведения занятий, соответствуют учебному плану, РПД и позволяют полностью освоить заданные компетенции. Вид и форма лекционного материала и материала для практических занятий определяется преподавателем и размещается в СДО

АГНИ «Цифровой университет». Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в электронно-библиотечной системе «IPRbooks», доступ к которым предоставлен студентам.

10. Перечень информационных технологий

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Лицензия	Договор
1	Microsoft Office Professional Plus 2016 Rus Academic OLP (Word, Excel, PowerPoint, Access)	№67892163 от 26.12.2016г.	№0297/136 от 23.12.2016г.
2	Microsoft Office Standard 2016 Rus Academic OLP (Word, Excel, PowerPoint)	№67892163 от 26.12.2016г.	№0297/136 от 23.12.2016г.
3	Microsoft Windows Professional 10 Rus Upgrade Academic OLP	№67892163 от 26.12.2016г.	№0297/136 от 23.12.2016г.
4	ABBYY FineReader 12 Professional	№197059 от 26.12.2016г.	№0297/136 от 23.12.2016г.
5	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	№24C419102314302083 0784	BP00347095- СТ/582 от 10.10.2019г.
6	Электронно-библиотечная система IPRbooks		Лицензионный договор №494 от 01.10.2019г.
7	ПО «Автоматизированная тестирующая система	Свидетельство государственной регистрации программ для ЭВМ №2014614238 от 01.04.2014г.	
8	7-Zip архиватор	(свободно распространяемое ПО)	

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по данной дисциплине

Освоение дисциплины «Физические основы микроэлектроники» предполагает использование нижеперечисленного материально-технического обеспечения:

№ п/п	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Ул. Р. Фахретдина, 42. Учебный корпус В, аудитория В-216 (учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа)	1. Компьютер в комплекте с монитором 2. Проектор BenQ MW612 3. Экран с электроприводом
2.	Ул. Р. Фахретдина, 42. Учебный корпус В, аудитория В-207 (учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа)	1. Компьютер в комплекте с монитором ITCorp 2. Проектор NEC 3. Экран проекционный 4. Принтер Pantum P2207
3.	Ул. Р. Фахретдина, 42. Учебный корпус В, аудитория В-205 (учебная аудитория для проведения занятий лабораторного и практического типов)	1. Компьютер в комплекте с монитором ITCorp 2. Проектор NEC 3. Экран проекционный 4. Принтер Pantum P2207
4.	Ул. Р. Фахретдина, 42. Учебный корпус В, аудитория В-214 компьютерный класс (учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы)	1. Компьютер в комплекте с монитором IT Corp 3250 – 11 шт. с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду института. 2. Проектор NEC 3. Экран на штативе 4. Принтер HP LJ P3015d 5. Сканер Epson Perfection V33
5.	Ул. Р. Фахретдина, 42. Учебный корпус В, аудитория В-218 компьютерный класс (учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы)	1. Компьютер в комплекте с монитором AMD FX(TM)-4300 – 10 шт. с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду института 2. Компьютер в комплекте с монитором IT Corp 3260 – 1 шт. 3. Проектор BenQ MX704 4. Экран на штативе 5. Сканер Epson Perfection V33 6. Принтер HP LJ P1020

*Специальные помещения – учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических и лабораторных занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися лицам с ограниченными возможностями здоровья:

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся лицам с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки 27.03.04 – Управление в технических системах ,направленность (профиль) программы:«Управление и информатика в технических системах».

АННОТАЦИЯ рабочей программы дисциплины

«ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ»

Направление подготовки: 27.03.04–Управление в технических системах

Направленность (профиль) программы: «Управление и информатика в технических системах»

Оцениваемые компетенции (код, наименование)	Результаты освоения компетенции	Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации
ПК-6 способностью производить расчеты и проектирование отдельных блоков устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматизации, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием.	знать: - расчеты и проектирование отдельных блоков устройств микроэлектроники и схем на основе полупроводниковых диодов, транзисторов в системах автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматизации, измерительной и вычислительной техники для проектирования интегральных схем в системах автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием; уметь: - выполнять расчеты и проектирование отдельных блоков устройств микроэлектроники в системах автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматизации, измерительной и вычислительной техники для проектирования интегральных схем в системах автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием; владеть: - навыками проектирования отдельных блоков устройств микроэлектроники в системах автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматизации, измерительной и вычислительной техники для проектирования интегральных схем в системах автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием.	Текущий контроль: Компьютерное тестирование по темам 1-6 Практические задачи по темам 1, 2, 5 Лабораторные работы по темам 3-6 Промежуточная аттестация: Экзамен

Место дисциплины в структуре ОПОП ВО	Б1.В.04 Дисциплина «Физические основы микроэлектроники» входит в состав Б1.В. относится к вариативной части ОПОП по направлению подготовки 27.03.04–Управление в технических системах, направленность (профиль) программы – Управление и информатика в технических системах Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.
Общая трудоемкость дисциплины (в зачетных единицах и часах)	Зачетных единиц по учебному плану: 4 ЗЕ . Часов по учебному плану: 144ч .
Виды учебной работы	Контактная работа обучающихся с преподавателем: - лекции 18ч. ; - практические занятия 18 ч. ; - лабораторные работы 18ч. ; - КСР 4 ч . Контроль 36ч. Самостоятельная работа 50 ч .
Изучаемые темы (разделы)	Тема 1. Основные физические представления, лежащие в основе микро-технологии. Металлы, диэлектрики и полупроводники. Тема 2. Расчет концентраций носителей в полупроводниках. Уровень Ферми в полупроводниках. Тема 3. Образование р-п- переходов в полупроводниках. Тема 4. Физические основы работы диодов, светодиодов, фотодиодов. Тема 5. Формирование диодов, резисторов и конденсаторов. Физические основы работы полевых транзисторов. Тема 6. Физические основы работы кремниевого управляемого вентиля, семейство тиристоров и биполярных транзисторов.
Форма промежуточной аттестации	Экзамен в 3 семестре.

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор АГНИ

« 20 Г.

ЛИСТ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ
к рабочей программе дисциплины Б1.В.04
ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

Направление подготовки: 27.03.04 – Управление в технических системах
 Направленность (профиль) программы: Управление и информатика в технических системах

на 20 /20 учебный год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

[illegible]

Изменения в рабочей программе рассмотрены и одобрены на заседании кафедры:

(наименование кафедры)
протокол № _____ от "_____" _____ 20 ____ г.

Зав. кафедрой:

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

(И.О.Фамилия)