

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 23

УТВЕРЖДАЮ

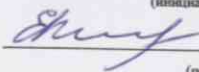
Руководитель образовательной программы

Старший преподаватель

(должность, уч. степень, звание)

Е.П. Виноградова

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«17» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физические основы электроники»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.03.04
Наименование направления подготовки/ специальности	Электроника и нанoeлектроника
Наименование направленности	Промышленная электроника
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



17.02.25

(подпись, дата)

В.Г. Неведов

(инициалы, фамилия)

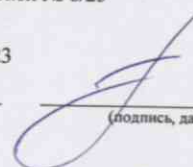
Программа одобрена на заседании кафедры № 23

«17» февраля 2025 г, протокол № 6/25

Заведующий кафедрой № 23

д.т.н., проф.

(уч. степень, звание)



17.02.25

(подпись, дата)

А.Р. Бестугин

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



17.02.25

(подпись, дата)

Н.В. Марковская

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Физические основы электроники» входит в образовательную программу высшего образования по направлению подготовки/ специальности 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» направленности «Промышленная электроника». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-5 «Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с использованием современных достижения электроники в разрабатываемых системах различного функционального назначения, формированием научной основы для осознанного и целенаправленного использования полученных знаний при создании элементов, приборов и устройств электроники.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающихся.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цель преподавания дисциплины - формирование у студентов знаний о фундаментальных физических процессах, лежащих в основе функционирования полупроводниковых приборов, о физических явлениях и эффектах, используемых в микроволновых функциональных устройствах, а также о современной элементной базе радиоэлектронной аппаратуры.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.	ПК-5.3.1 знает методику построения физических и математических моделей устройств электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения. ПК-5.В.1 владеет математическим аппаратом, необходимым для построения моделей электронных устройств различного назначения.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- « физика»,
- « математика»,
- «химия»,
- «электротехника»
- «информатика»,
- «инженерная и компьютерная графика»

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «нанoeлектроника»,
- «квантовая и оптическая электроника»,
- «энергетическая электроника»,
- «основы теории сигналов»

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№4
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	34	34
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	57	57
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Зачет	Зачет

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 4					
Раздел 1. Структура материалов электронной техники	4		6		8
Раздел 2. Физические основы квантовой механики	6		8		8
Раздел 3. Физика полупроводников	2		12		11
Раздел 4. . Контактные явления	2		8		10
Раздел 5. Физические свойства систем с пониженной размерностью	3				20
Итого в семестре:	17		34		57
Итого	17	0	34	0	57

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	<p>Структура материалов электронной техники.</p> <p>1.1. Элементы структурной кристаллографии Кристаллическая, жидкокристаллическая и аморфная структуры материалов. Математическое описание кристаллической решетки: основные типы решеток, индексы узлов, направлений и плоскостей, точечная и пространственная группы симметрии, формулы симметрии. Дефекты кристаллического строения.</p> <p>1.2. Тензорное описание физических свойств кристаллов. Понятие о тензоре. Определение свойства кристалла в заданном направлении</p>
2	<p>Физические основы квантовой механики</p> <p>2.1. Применение уравнения Шредингера для описания состояния микрочастиц. Применение уравнения Шредингера для описания движения свободной микрочастицы, движения микрочастицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект. Движение микрочастицы в потенциальной яме. Понятие о квантовании состояния. Вырожденные состояния. Движение электрона в атоме.</p> <p>2.2. Элементы зонной теории. Основные понятия зонной теории: энергетические зоны, уровень Ферми, работа выхода, зоны Бриллюэна, эффективная масса носителя. Зонная структура проводников, полупроводников, диэлектриков. Температурная зависимость концентрации, подвижности и электропроводности.</p>
3	<p>Физика полупроводников</p> <p>3.1. Статистика носителей в полупроводниках. Основные типы полупроводников: собственные и примесные полупроводники. Собственные полупроводники: равновесная концентрация носителей, положение уровня Ферми, температурная зависимость концентрации и положения уровня Ферми. Примесные полупроводники: равновесная концентрация носителей, положение уровня Ферми, температурная зависимость концентрации и положения уровня Ферми. Закон действующих масс для основных и неосновных носителей. Вырожденные полупроводники.</p> <p>3.2. Неравновесные носители в полупроводниках. Равновесные и неравновесные носители: скорость генерации, рекомбинации, время жизни носителя; различные типы рекомбинации носителей (зона-зона, через примеси и дефекты, поверхностная рекомбинация).</p> <p>3.3. Кинетические явления в полупроводниках. Диффузионный и дрейфовый токи. Подвижность носителей и ее температурная зависимость. Соотношение Эйнштейна. Электропроводность собственных и примесных полупроводников и их температурная зависимость. Уравнение непрерывности.</p>
4	<p>Контактные явления</p> <p>4.1. Контактная разность потенциалов Природа контактной разности потенциалов, работа выхода, зонные диаграммы контактов металл-полупроводник, полупроводник-полупроводник (электронно-дырочный переход). Математическая модель идеализированного электронно-дырочного перехода</p>

	4.2. Физические процессы в р-п переходе. Физические процессы в р-п переходе при отсутствии внешнего электрического поля: условия равновесия, зонная диаграмма, контактная разность потенциалов, распределение поля и зарядов по р-п переходу, толщина обедненного слоя, резкий и плавный р-п переходы, симметричные и несимметричные р-п-переходы, гетеропереходы. Физические процессы в р-п переходе при наличии внешнего электрического поля: зонные диаграммы, вольтамперная характеристика, пробой р-п перехода (основные типы, вольтамперные характеристики).
5	Физические свойства систем с пониженной размерностью. Методы создания систем с пониженной размерностью. Типы гетероструктур. Их физические свойства. Перенос носителей заряда в тонких пленках. Наноструктуры и наноматериалы.

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 4			
1	Элементы структурной кристаллографии	4	1
2	Рентгеноструктурный анализ кристаллов	4	1
3	Определение ширины запрещенной зоны	4	1
4	Эффект Холла	4	2
5	Исследование <i>p-n</i> перехода	5	2
6	Исследование стабилитрона	5	3
7	Исследование варикапа	4	4
8	Исследование диода	4	4
Всего:		34	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 4, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	30	30
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	17	17
Всего:	57	57

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
[621.3/C65 (ГУАП)]	Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники. Радиоэлектроника [Текст] : учебник : в 2 т. т. 1 : Проводники, полупроводники, диэлектрики. / В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. - М.: Академия, 2006 - 448 с.	51 экз.
[621.315.5.61/П30 (ГУАП)]	Петров, К. С. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника: Учебное пособие / К. С. Петров. – СПб.: Питер, 2003. - 511 с. (СПб.: Питер, 2006. – 522с)	474
621.315.5.61/ P15 (ГУАП)]	[Радиоматериалы и радиокомпоненты [Текст] : методические указания к выполнению лабораторных работ; сост. В. Г. Нефедов [и др.]. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2011. - 66 с. – 133 экз.	100
	Физические основы электроники [Текст]: методические указания к выполнению лабораторных работ № 1 – 7; сост. В.Г. Нефедов и др. –СПб. : Изд-во ГУАП 2008. – 70 с. – 250 экз.	200
	В.Л. Ткалич, А.В. Мокеева, Е.Е. Оборина Физические основы нанoeлектроники: Учебное пособие/СПб. СПбГУ ИТМО, 2011-83с	2

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
http://e.lanbook.com/books	Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 695-7 от 30.11.2011
http://lib.aanet.ru/	Доступ к электронным ресурсам ГУАП (авторизация по номеру читательского билета)
http://guap.ru/guap/standart/pravila1.r	Правила оформления текстовых документов по ГОСТ 7.32-20
http://guap.ru/guap/standart/prim.doc	Примеры библиографического описания по ГОСТ 7.1-200

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Специализированная лаборатория «Электроника»	Гастелло 15 ауд.2209,22-11
3	Лабораторный стенд	Гастелло 15 ауд.2209,22-11

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Зачет	Список вопросов; Тесты;.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы. Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1	Основные параметры кристаллических решеток	ПК-5.3.1
2	Индексы узлов, направлений и плоскостей	ПК-5.В.1
3	Понятие о тензоре 2-го ранга	ПК-5.3.1
4	Преобразование компонент тензора 2-го ранга	ПК-5.В.1
5	Тензоры механических напряжений и деформации	ПК-5.3.1
6	Тензоры механических напряжений и деформации	ПК-5.В.1
7	Принцип неопределенности Гейзенберга	ПК-5.3.1
8	Движение электрона в атоме	ПК-5.В.1
9	Движение электрона в кристалле	ПК-5.3.1
10	Деление веществ на проводники, полупроводники и диэлектрики	ПК-5.В.1
11	Классическая и квантовые статистики носителей заряда	ПК-5.3.1
12	Статистика носителей в металлах	ПК-5.В.1
13	Статистика носителей в собственных и примесных полупроводниках	ПК-5.3.1
14	Собственные, примесные, основные, неосновные, равновесные и неравновесные носители	ПК-5.3.1
15	Подвижность носителей	ПК-5.В.1
16	Электропроводность металлов, собственных и примесных полупроводников	ПК-5.3.1
17	Контакт металл-полупроводник, полупроводник-полупроводник	ПК-5.В.1
18	Вольт-амперная характеристика p-n перехода	ПК-5.3.1
19	Понятия о квантовых ямах, квантовых нитях и квантовых точках	ПК-5.В.1

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код компетенции
1	Инструкция: прочитайте задание и выберите один правильный ответ. Какое из перечисленных действий является ключевым этапом в	ПК-5

	построении физической модели электронного устройства? A) Проведение физических испытаний B) Составление математического уравнения C) Оптимизация ПО для моделирования D) Настройка стандартного программного обеспечения									
2	Инструкция: прочитайте задание и выберите один или несколько правильных ответов. Как можно определить контактную разность потенциалов в р-n-переходе? A) С помощью метода фототока B) С помощью метода динамического сопротивления C) С помощью измерения напряжения при отсутствии внешнего тока D) С помощью термоэлектрической эмиссии	ПК-5								
3	Инструкция: прочитайте задание и расположите варианты ответа в правильной последовательности. Этапы образования лавинного пробоя: A) Возникновение высокоэнергетичных электронов при столкновении с атомами в области р-n перехода B) Повышение напряжения до значения, при котором происходит лавинное умножение носителей заряда C) Ускорение электронов в электрическом поле, что приводит к дополнительному ионизационному эффекту D) Пробой перехода, сопровождающийся резким увеличением тока (BACD)	ПК-5								
4	Инструкция: прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом столбце. Какие описания соответствуют различным типам пробоя? <table><tr><td>Описание пробоя</td><td>Название пробоя</td></tr><tr><td>A) Возникает при высоком напряжении на поверхности материала, что вызывает пробой из-за электрического поля, концентрированного на поверхности.</td><td>1. Электрохимический</td></tr><tr><td>B) Процесс пробоя, связанный с химической реакцией между материалами, которая приводит к изменению структуры и снижению сопротивления.</td><td>2. Поверхностный</td></tr><tr><td>C) Пробой происходит за счет квантового эффекта, когда частицы могут пройти через потенциальный барьер при определённых условиях.</td><td>3. Туннельный</td></tr></table>	Описание пробоя	Название пробоя	A) Возникает при высоком напряжении на поверхности материала, что вызывает пробой из-за электрического поля, концентрированного на поверхности.	1. Электрохимический	B) Процесс пробоя, связанный с химической реакцией между материалами, которая приводит к изменению структуры и снижению сопротивления.	2. Поверхностный	C) Пробой происходит за счет квантового эффекта, когда частицы могут пройти через потенциальный барьер при определённых условиях.	3. Туннельный	ПК-5
Описание пробоя	Название пробоя									
A) Возникает при высоком напряжении на поверхности материала, что вызывает пробой из-за электрического поля, концентрированного на поверхности.	1. Электрохимический									
B) Процесс пробоя, связанный с химической реакцией между материалами, которая приводит к изменению структуры и снижению сопротивления.	2. Поверхностный									
C) Пробой происходит за счет квантового эффекта, когда частицы могут пройти через потенциальный барьер при определённых условиях.	3. Туннельный									
5	Инструкция: прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа. Что является критерием сильного электрического поля?	ПК-5								

--	--	--

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
(Ниже приводятся рекомендации по составлению данного раздела)

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- структура материалов электронной техники;
- физика полупроводников;
- контактные явления;
- физические свойства систем с пониженной размерностью.

Методические материалы приведены в списке литературы

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах *(не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий *(не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Исследование характеристик полупроводниковых приборов. Лабораторная работа выполняется бригадой из двух-трех студентов на универсальных измерительных стендах. Проведение исследований осуществляется в соответствии с заданием и в указанной последовательности. Результаты измерений заносятся в протокол испытаний, который по окончании исследований должен быть представлен для проверки преподавателю

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет должен содержать: наименование и цель работы; схемы измерений; таблицы измеренных данных; графики характеристик исследуемых объектов; рассчитанные значения параметров исследуемых объектов; краткие выводы. Отчет выполняется на белой бумаге формата 297 x 210 кв. мм.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Образец оформления титульного листа приведен на сайте: <http://standarts.guap.ru/>
Графики строятся на отдельных листах формата отчета. Иллюстрации малых размеров размещаются на одном листе. Все графики и рисунки должны иметь нумерацию и поясняющие подписи с указанием типа исследуемого объекта. Принципиальные схемы вычерчиваются в соответствии с требованиями ЕСКД.

Методические указания для обучающихся по прохождению лабораторных работ

1. В.Г. Нефедов Физические основы электроники. Методические указания к выполнению лабораторных работ № 1 – 7./О.Н. Новикова, Э.А. Суказов - СПб.: Изд-во ГУАП 2008. – 70 с. – 250 экз.

2. В.Г. Нефедов. Радиоматериалы и радиокомпоненты. Методические указания к выполнению лабораторных работ. / О.Н. Новикова, Э.А. Суказов, Н.Г. Туркин . - СПб. : Изд-во ГУАП, 2011. - 66 с. – 133 экз.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы (*непредусмотрено учебным планом по данной дисциплине*)

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости включает в себя:

- контроль знаний при защите лабораторных работ
- контроль знаний с помощью тестов

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

Промежуточная аттестация осуществляется при проведении зачетных занятий, путем проверки знаний по контрольным вопросам.

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой