



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физический факультет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Вакуумная и плазменная электроника**

Кафедра «Инженерная физика»

Образовательная программа  
**11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**

Профиль подготовки  
**Микроэлектроника и твердотельная электроника**

Уровень высшего образования  
*бакалавриат*

Форма обучения  
*очная*

Статус дисциплины:  
*вариативная*

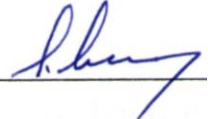
Махачкала 2021

Рабочая программа составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС 3++ ВО по направлению подготовки **11.03.04 Электроника и наноэлектроника** (уровень бакалавриата), утвержденными приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. № 927 (Изменения в ФГОС ВО, внесенные приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «8» февраля 2021 г. №83).


**Разработчик:** кафедра инженерной физики, д.ф.м.н., проф. Садыков С.А.


---

Рабочая программа дисциплины одобрена:  
на заседании кафедры Инженерная физика от « 29 » 06 2021 г.,  
протокол № 10

Зав. кафедрой  Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от « 30 » 06.  
2021 г., протокол № 11.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим  
управлением « 9 » 07 2021 г. 

## Оглавление

Аннотация рабочей программы дисциплины .....	4
1. Цели освоения дисциплины. ....	5
2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата .....	5
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).....	6
4. Объем, структура и содержание дисциплины.....	8
4.1. Объем дисциплины .....	8
4.2. Структура дисциплины. ....	8
4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам). ....	9
5. Образовательные технологии .....	11
6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов... ..	12
7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.....	12
7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.....	13
7.2. Типовые контрольные задания .....	15
7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций. ....	17
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины. ....	19
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины. ....	19
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины. ....	20
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем. ....	23
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине. ....	23

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Вакуумная и плазменная электроника» входит в *вариативную* часть образовательной программы *бакалавриата* по направлению 11.03.04. Электроника и наноэлектроника, реализуется на физическом факультете кафедрой Инженерная физика.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением физических основ работы приборов вакуумной и плазменной электроники, методов анализа электронных процессов в приборах и расчета их параметров и характеристик, выявление связей между принципами работы и параметрами приборов.

Дисциплина нацелена на формирование следующих *профессиональных* компетенций выпускника:

**ПК-1.2.** Способен проводить исследования по модернизации существующих и внедрению новых методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур;

**ПК-1.3.** Способен проводить исследования по модернизации существующих и внедрению новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа.*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме *устного опроса, рефератов и коллоквиумов* и промежуточный контроль в форме *зачета и экзамена.*

Объем дисциплины 4 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия							Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем							СРС, в том числе экзамен
		всего	из них						
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
5	144	64	32	32	-	36	44	зачет, экзамен	

## **1. Цели освоения дисциплины.**

**Цель освоения дисциплины** «Вакуумная и плазменная электроника» - изучение основ физики вакуума и плазмы, физических явлений и процессов, лежащих в основе принципов работы приборов вакуумной и плазменной электроники.

### **Задачи дисциплины.**

Задачами курса является изучение физических основ работы приборов вакуумной и плазменной электроники, используемых в технологических установках для производства изделий микро- и нанoeлектроники.

**Основные разделы программы курса:** Эмиссионные процессы; формирование, транспортировка и управление пучками заряженных частиц. Физические процессы в ионизованном газе и плазме. Применение электронных потоков и плазмы в электронных приборах и технологических устройствах. Фотоэлектронные приборы.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата**

Дисциплина «Вакуумная и плазменная электроника» входит в вариативную часть образовательной программы (Модуль профильной направленности Б1.В.01.06) по направлению 11.03.04. Электроника и нанoeлектроника.

Для освоения дисциплины необходимо знание математики, физики, электродинамики. Кроме того, для освоения данного курса полезны такие дисциплины, как «Метрология, стандартизация», «Теоретические основы электротехники», «Материалы электронной техники».

В результате изучения курса студенты должны:

- понимать современные тенденции развития приборов вакуумной и плазменной электроники, используемых в технологических установках для производства изделий микро- и нанoeлектроники;
- понимать физическую сущность явлений, лежащих в основе работы приборов вакуумной и плазменной электроники, электровакуумных и ионных приборов, принципов их действия, иметь представление о функциональных возможностях и областях применения.
- знать законы эмиссии, способы формирования и транспортировки потоков заряженных частиц (ПЗЧ) в вакууме и плазме, способы управления параметрами и преобразования энергии ПЗЧ в другие виды энергии.
- владеть методами измерения параметров и характеристик электровакуумных и ионных приборов, оценочных расчетов основных эксплуатационных характеристик.
- уметь применять полученные знания для теоретического анализа, компьютерного моделирования и экспериментального исследования физических процессов, лежащих в основе принципов работы приборов вакуумной и плазменной электроники.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

<i>Код и наименование профессиональной компетенции</i>	<i>Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции выпускника</i>	<i>Результаты обучения Дисциплины учебного плана</i>
<b>Тип задачи профессиональной деятельности – научно-исследовательский</b>		
<p><b>ПК-1</b> Способен совершенствовать процессы измерения параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p>	<p><b>ПК-1.2.</b> Способен проводить исследования по модернизации существующих и внедрению новых методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур</p>	<p><b>Знает:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- углубленные знания о структуре, физико-химических свойствах, конструкции и назначении наноматериалов и наноструктур;</li> <li>- назначение, устройство и принцип действия оборудования для измерения параметров наноматериалов и наноструктур;</li> <li>- физические процессы, протекающие при движении электронов в вакууме и газах и физические основы работы основных классов электровакуумных и ионных приборов, используемых в технологических установках для производства изделий микро- и нанoeлектроники;</li> <li>- основные методы измерений параметров наноматериалов и наноструктур;</li> <li>- технический английский язык в области наноматериалов и нанотехнологий;</li> <li>- требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценивать технические и экономические риски при выборе методов и оборудования измерения параметров наноматериалов и наноструктур;</li> <li>- работать на измерительном оборудовании в соответствии с инструкциями по эксплуатации и технической документацией;</li> <li>- обеспечивать выполнение требований охраны труда;</li> <li>- оформлять технологическую документацию.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками анализировать современное состояние методов и оборудования измерений параметров наноматериалов и наноструктур;</li> <li>- навыками оценивать риски внедрения новых методов и оборудования измерений параметров наноматериалов и наноструктур;</li> <li>- навыками внедрить и контролировать качества новых методов измерения параметров наноматериалов и наноструктур с использованием современных приборов вакуумной и плазменной электроники.</li> </ul> </p></p></p>

	<p><b>ПК-1.3.</b> Способен проводить исследования по модернизации существующих и внедрению новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- назначение, устройство и принцип действия приборов вакуумной и плазменной электроники для модификации свойств наноматериалов и наноструктур;</li> <li>- основные методы модификации свойств наноматериалов и наноструктур;</li> <li>- правила оформления технологической документации;</li> <li>- технический английский язык в области наноматериалов и нанотехнологий;</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценивать технические и экономические риски при выборе методов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур;</li> <li>- проводить исследования по модернизации существующих и внедрению новых процессов и приборов вакуумной и плазменной электроники для модификации свойств наноматериалов и наноструктур.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками анализировать современное состояние методов и оборудования модификации свойств наноматериалов и наноструктур;</li> <li>- оценивать риски внедрения новых методов и оборудования для модификации свойств наноструктур;</li> <li>- разрабатывать технические задания на проведение работ по модернизации оборудования и обеспечение новых модификации свойств наноматериалов и наноструктур;</li> <li>- навыками внедрить и контролировать качества новых методов для модификации свойств наноматериалов и наноструктур.</li> </ul>
--	---	--

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
1	<b>МОДУЛЬ 1</b> Введение. Вакуумные электронные приборы и устройства.	5		2			4	2	Домашнее задание (ДЗ) Собеседование (С) Устный опрос (УО)
2	Электронная эмиссия. Катоды	5		8		6	6	6	Домашнее задание (ДЗ) Собеседование (С) Устный опрос (УО) Промежуточный контроль по модулю
3	Отбор катодного тока. Формирование и интенсивных электронных пучков	5		4		6	6	6	Домашнее задание (ДЗ) Собеседование (С) Устный опрос (УО)
4	<b>МОДУЛЬ 2</b> Электронно-лучевые приборы.	5		4		6	4	6	Домашнее задание (ДЗ) Собеседование (С) Устный опрос (УО) Промежуточный контроль по модулю
5	Плазменная электроника. Основные виды газовых разрядов	5		4		6	4	6	Домашнее задание (ДЗ) Собеседование (С) Устный опрос (УО)
6	Элементарные процессы в плазме. Газоразрядная плазма	5		4			4	6	Домашнее задание (ДЗ) Собеседование (С) Устный опрос (УО) Промежуточный контроль по модулю
7	<b>МОДУЛЬ 3.</b> Приборы и устройства плазменной электроники	5		2		6	4	6	Подготовка реферата (ДЗ) Устный опрос (УО)
8	Электронно-лучевые установки в микро и нанотехнологии	5		4		6	4	6	Подготовка реферата Устный опрос (УО)



Экзамен .зачет								
<b>ИТОГО:</b>	144	32	32	36	44			

### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

*Содержание лекционных занятий по дисциплине*

#### Модуль 1

*Введение. Вакуумные электронные приборы и устройства.*

Принципы действия электронных ламп, электронно-лучевых и Фотоэлектронных приборов.

*Электронная эмиссия. Катоды.*

Виды эмиссия заряженных частиц. Поверхностный потенциальный барьер. Работа выхода электронов.

Термоэлектронная эмиссия. Формула Ричарда-Дешмена. Термоэлектронная эмиссия во внешнем электрическом поле. Эффект Шоттки. Аномальный эффект Шоттки. Термоэлектронные катоды.

*Фотоэлектронная эмиссия. Фотокатоды. Вторичная электронная эмиссия.*

*Автоэлектронная и взрывная электронная эмиссия.*

*Отбор катодного тока. Формирование и интенсивных электронных пучков*

Отбор катодного тока в диоде с термокатодом. Закон степени трех вторых для диода.

*Электронный поток и его физические модели.*

Интенсивные и неинтенсивные, релятивистские и нерелятивистские электронные потоки Способы формирования электронных потоков различной интенсивности (электронные пушки и прожекторы). Типы электронных прожекторов.

Электрические и магнитные способы управления плотностью электронов. Квазистатические и динамические способы управления. Электронные линзы.

#### Модуль 2

*Электронно-лучевые приборы.*

Приемные электронно-лучевые трубки. Запоминающие электронно-лучевые трубки. Передающие электронно-лучевые трубки. Электронно-оптические преобразователи. Фотоэлектронные умножители.

*Плазменная электроника. Основные виды газовых разрядов.*

Классификация разрядов. Самостоятельный и несамостоятельный разряды. Несамостоятельный газовый разряд. Условие развития самостоятельного разряда. Пробой разрядного промежутка.

Тлеющий разряд. Дуговой разряд. Искровой разряд. Коронный разряд. Высокочастотные разряды.

*Элементарные процессы в плазме. Газоразрядная плазма.*

Основные понятия. Элементарные процессы в плазме. Упругие соударения электронов с атомами и молекулами газа. Неупругие соударения электронов с атомами и молекулами. Движение электронов и ионов в газе.

#### МОДУЛЬ 3

*Приборы и устройства плазменной электроники.*

Приборы тлеющего разряда. Газоразрядные приборы, основанные на использовании излучения плазмы. Приборы дугового несамостоятельного разряда. Приборы самостоятельного дугового разряда. Газоразрядные индикаторные панели. Газоразрядные знаковые индикаторы (монодисплеи).

*Электронно-лучевые установки в микро и нанотехнологии.*

Электронно-лучевые установки размерной обработки. Установки электронно-лучевой литографии. Ионно-лучевые установки ионного легирования. Электронная микроскопия.

*Лекции. 1.*

*Введение. Вакуумные электронные приборы и устройства.* Принципы действия электронных ламп, электронно-лучевых и фотоэлектронных приборов.

*Лекции. 2.*

Виды эмиссии заряженных частиц. Поверхностный потенциальный барьер. Работа выхода электронов.

*Лекции. 3.*

Термоэлектронная эмиссия. Формула Ричарда-Дешмена. Термоэлектронная эмиссия во внешнем электрическом поле. Эффект Шоттки. Аномальный эффект Шоттки.

*Лекции. 4.*

Термоэлектронные катоды. Фотоэлектронная эмиссия. Фотокатоды. *Лекции. 5.* Вторичная электронная эмиссия. Автоэлектронная и взрывная электронная эмиссия.

*Лекции. 6.*

Отбор катодного тока в диоде с термокатодом. Закон степени трех вторых для диода.

*Лекции. 7.*

Электронный поток и его физические модели. Интенсивные и неинтенсивные, релятивистские и нерелятивистские электронные потоки. Способы формирования электронных потоков различной интенсивности (электронные пушки и прожекторы). Типы электронных прожекторов.

*Лекции. 8.*

Электрические и магнитные способы управления плотностью электронов. Квазистатические и динамические способы управления. Электронные линзы.

*Лекции. 9.*

Приемные электронно-лучевые трубки. Запоминающие электронно-лучевые трубки. Передающие электронно-лучевые трубки. Электронно-оптические преобразователи. Фотоэлектронные умножители.

*Лекции. 10.*

Классификация разрядов. Самостоятельный и несамостоятельный разряды. Несамостоятельный газовый разряд. Условие развития самостоятельного разряда. Пробой разрядного промежутка.

*Лекции. 11.*

Тлеющий разряд. Дуговой разряд.

*Лекции. 12.*

Искровой разряд. Коронный разряд. Высокочастотные разряды.

*Лекции. 13.*

Газоразрядная плазма, основные понятия. Элементарные процессы в плазме. Упругие соударения электронов с атомами и молекулами газа. Неупругие соударения электронов с атомами и молекулами. Движение электронов и ионов в газе.

*Лекции. 14.*

Приборы и устройства плазменной электроники. Приборы тлеющего разряда. Газоразрядные приборы, основанные на использовании излучения плазмы. Приборы дугового несамостоятельного разряда. Приборы самостоятельного дугового разряда. Газоразрядные индикаторные панели. Газоразрядные знаковые индикаторы (монодисплеи).

#### *Лекции.15.*

Электронно-лучевые установки размерной обработки. Установки электронно-лучевой литографии. Ионно-лучевые установки ионного легирования.

#### *Лекции.16.*

Электронная микроскопия. Заключение.

#### **Самостоятельная работа бакалавра.**

Обработка и анализ результатов лабораторных работ, подготовка к коллоквиуму, самостоятельным работам, письменному экзамену.

Выполнение лабораторных работ, обработка и анализ результатов лабораторных работ, подготовка к самостоятельным работам, письменному экзамену обязательная составляющая самостоятельного изучения теоретического материала. Усвоение их контролируется в соответствии с компетенциями, в том числе на промежуточных аттестациях и соответствующих видах занятий.

#### **Лабораторные работы (лабораторный практикум)**

По дисциплине "Вакуумная и плазменная электроника" объем лабораторного практикума составляет 32 часа. Каждая лабораторная работа выполняется, как правило, индивидуально. В процессе выполнения работы студент а) изучает по литературным данным параметры и характеристики исследуемого прибора или макета, обращая особое внимание на предельно эксплуатационные параметры; б) составляет план проведения эксперимента, оценивает интервал изменения измеряемых величин, выбирает количество характеристик, подлежащих измерению и число точек на кривых; в) изучает экспериментальную установку, собирает (если нужно) измерительную схему, знакомится с правилами эксплуатации измерительных приборов; г) готовит установку к работе и проверяет правильность подготовки у преподавателя или лаборанта; д) включает нужные приборы и выполняет запланированный объем измерений, обращая внимание на воспроизводимость результатов. Все экспериментальные данные и показания приборов заносятся в рабочий журнал; е) проводит предварительную обработку результатов эксперимента и сравнивает их с ожидаемыми. Предъявляет полученные данные преподавателю или лаборанту; ж) выключает установку и сдает ее лаборанту.

#### *Темы лабораторных работ.*

1. Распределение термоэмиссионных электронов по скоростям.
2. Изучение термоэлектронной эмиссии при малых плотностях эмиссионного тока.
3. Изучение ламповых диодов, их характеристик, параметров и принципа работы.
4. Изучение ламповых триодов, их характеристик, параметров и принципа работы.
5. Исследование осциллографической электроннолучевой трубки и кинескопа
6. Принцип работы и устройство растрового электронного микроскопа.
7. Исследование характеристик и определение спектральной чувствительности вакуумного фотоэлемента ФЭУ.
8. Исследование закономерностей вторичной электронной эмиссии в ФЭУ.

## **5. Образовательные технологии**

Основными видами образовательных технологий с применением, как правило, компьютерных и технических средств, учебного и научного оборудования являются:

- Информационные технологии.
- Проблемное обучение.

- Индивидуальное обучение.
- Междисциплинарное обучение.
- Опережающая самостоятельная работа.

Для достижения определенных компетенций используются следующие формы организации учебного процесса: лекция (информационная, проблемная, лекция-визуализация, лекция-консультация и др.), практическое занятие, семинар, самостоятельная работа, консультация. Допускаются комбинированные формы проведения занятий, такие как лекционно-практические занятия.

Преподаватель самостоятельно выбирают наиболее подходящие методы и формы проведения занятий из числа рекомендованных и согласуют выбор с кафедрой.

Реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий и организации внеаудиторной работы (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбора конкретных ситуаций, психологических и иных тренингов) с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Интерактивное обучение – метод, в котором реализуется постоянный мониторинг освоения образовательной программы, целенаправленный текущий контроль и взаимодействие (интерактивность) преподавателя и студента в течение всего процесса обучения.

Самостоятельная работа организована в соответствии с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

- самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

Основные аспекты применяемой технологии проблемного обучения:

- постановка проблемных задач отвечает целям освоения дисциплины «Вакуумная и плазменная электроника» и формирует необходимые компетенции;
- решаемые проблемные задачи стимулируют познавательную деятельность и научно-исследовательскую активность студентов.

#### ***6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.***

Самостоятельная работа студентов имеет целью подготовку к семинарским занятиям по отдельным разделам дисциплины, а также к выполнению лабораторных работ по предмету. Разделы дисциплины для самостоятельной работы приведены в п. 4.3.2.

В течение семестра студенты самостоятельно готовятся по отдельным разделам дисциплины, представляют рефераты и презентации, обсуждают выбранные темы на семинарских занятиях.

#### ***7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.***

Фонды оценочных средств (контрольные вопросы и типовые задания для практических занятий, зачета; тесты и компьютерные тестирующие программы, примерную тематику рефератов и т.п., а также иные формы контроля, позволяющие оценить степень сформированности компетенций обучающихся) для проведения текущего, промежуточного и итогового контроля успеваемости и промежуточной аттестации имеются на кафедре. Они также размещены на образовательном сервере Даггосуниверситета (по адресу: <http://edu.dgu.ru>), а также представлены в управление качества образования ДГУ.

Методические рекомендации преподавателям по разработке системы оценочных средств и технологий для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплинам (модулям) ОПОП (тематики докладов, рефератов и т.п.), а также для проведения промежуточной аттестации по дисциплинам (модулям) ОПОП (в форме зачетов, экзаменов, курсовых работ / проектов и т.п.) и практикам представлены в Положении «О модульно-рейтинговой системе обучения студентов Дагестанского государственного университета», утвержденном ученым Советом Даггосуниверситета.

Уровень освоения учебных дисциплин обучающимися определяется следующими оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценки «отлично» заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.

Оценки «хорошо» заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе практические задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий.

### **7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.**

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
<b>ПК-1</b> Способен совершенствовать процессы измерения параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур	<b>ПК-1.2.</b> Способен проводить исследования по модернизации существующих и внедрению новых методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур	<b>Знает:</b> - углубленные знания о структуре, физико-химических свойствах, конструкции и назначении наноматериалов и наноструктур; - назначение, устройство и принцип действия оборудования для измерения параметров наноматериалов и наноструктур; - физические процессы, протекающие при движении электронов в вакууме и газах и физические основы работы основных классов электровакуумных и ионных приборов, используемых в технологических установках для производства изделий микро- и нанoeлектроники;	Устный опрос. Письменный опрос (тестирование). Проверка рефератов. Выступление на семинарах. Промежуточный контроль по модулю

	<p><b>ПК-1.3.</b> Способен проводить исследования по модернизации существующих и внедрению новых</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основные методы измерений параметров наноматериалов и наноструктур;</li> <li>- технический английский язык в области наноматериалов и нанотехнологий;</li> <li>- требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-оценивать технические и экономические риски при выборе методов и оборудования измерения параметров наноматериалов и наноструктур;</li> <li>- работать на измерительном оборудовании в соответствии с инструкциями по эксплуатации и технической документацией;</li> <li>-обеспечивать выполнение требований охраны труда;</li> <li>-оформлять технологическую документацию.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками анализировать современное состояние методов и оборудования измерений параметров наноматериалов и наноструктур;</li> <li>- навыками оценивать риски внедрения новых методов и оборудования измерений параметров наноматериалов и наноструктур;</li> <li>- навыками внедрить и контролировать качества новых методов измерения параметров наноматериалов и наноструктур с использованием современных приборов вакуумной и плазменной электроники.</li> </ul> <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- назначение, устройство и принцип действия приборов вакуумной и плазменной электроники для модификации свойств наноматериалов и наноструктур;</li> <li>- основные методы модификации</li> </ul>	<p>Устный опрос. Письменный опрос (тестирован</p>
--	--	---	---

	<p>процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур</p>	<p><i>свойств наноматериалов и наноструктур;</i>  - <i>правила оформления технологической документации;</i>  - <i>технический английский язык в области наноматериалов и нанотехнологий;</i>  <b>Умеет:</b>  - <i>оценивать технические и экономические риски при выборе методов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур;</i>  - <i>проводить исследования по модернизации существующих и внедрению новых процессов и приборов вакуумной и плазменной электроники для модификации свойств наноматериалов и наноструктур.</i>  <b>Владеет:</b>  - <i>навыками анализировать современное состояние методов и оборудования модификации свойств наноматериалов и наноструктур;</i>  - <i>оценивать риски внедрения новых методов и оборудования для модификации свойств наноструктур;</i>  - <i>разрабатывать технические задания на проведение работ по модернизации оборудования и обеспечение новых модификации свойств наноматериалов и наноструктур;</i>  - <i>навыками внедрить и контролировать качества новых методов для модификации свойств наноматериалов и наноструктур.</i></p>	<p>ие).  Проверка рефератов.  Выступление на семинарах.  Промежуточный контроль по модулю</p>
--	---	---	---

## 7.2. Типовые контрольные задания

### Вопросы для промежуточного контроля

1. Что такое вакуумная электроника?
2. На каких явлениях основана работа электровакуумных приборов (ЭВП)?
3. Какие элементы входят в модель прибора вакуумной электроники?
4. Что такое уровень Ферми?

5. Что такое внутренняя работа выхода?
6. Что такое внешняя работа выхода? От каких факторов зависит работа выхода электрона?
7. Что такое потенциальный барьер?
8. Перечислите виды электронной эмиссии.
9. Что представляет собой явление электронной эмиссии?
10. Что такое явление термоэлектронной эмиссии?
11. Выпишите уравнение Ричардсона-Дешмана.
12. В чем заключается эффект Шоттки?
13. Почему активированный вольфрам обладает большей эмиссионной способностью, чем неактивированный?
14. Как ускоряющее поле анода влияет на электронную эмиссию?
15. Какой величиной ограничен ток между катодом и анодом? 37. Что такое режим объемного заряда в диоде? 38. Запишите и поясните «закон трех вторых» для диода.
16. В чем заключается явление фотоэлектронной эмиссии?
17. Что такое автоэлектронная эмиссия?
18. Выпишите закон Фаулера-Нордгейма.
19. Что такое электронная пушка? Как она устроена?
20. Опишите поведение электрона в скрещенном электрическом и магнитном полях.
21. Какие устройства управления электронным пучком вы знаете?
22. Изложите основные положения управления пучком с помощью электронной оптики.
23. Какие элементы магнитной оптики вы знаете?
24. Перечислите основные физические явления при воздействии электронного пучка на мишень.
25. Что такое электронные лампы?
26. Какие параметры триода вы знаете?
27. Что такое магнетрон? Опишите конструкцию магнетрона.
28. Поясните принцип действия электровакуумного фотоэлемента.
29. Изобразите схематично устройство фотоэлектронного умножителя, поясните принцип действия. Изобразите схематично устройство электронно-лучевой трубки, обозначьте электроды, укажите их назначение.
30. Сравните фокусирующие системы ЭЛТ электростатические и магнитные, приведите примеры их применения.
31. Сравните отклоняющие системы ЭЛТ электростатические и магнитные.
32. Почему в осциллографических ЭЛТ применяют электростатические отклоняющие системы?
33. Почему в кинескопах применяют магнитные отклоняющие системы?
34. Перечислите основные характеристики и параметры люминофоров, применяемых в ЭЛТ.
35. Как решена в ЭЛТ проблема заряда, могущего накапливаться на экране при попадании на него электронов?
36. Какими средствами в современных кинескопах повышают яркость свечения экрана?
37. В чем заключаются особенности ионных приборов?
38. Каковы области применения ионных приборов в настоящее время?
39. Что такое потенциал возбуждения газа в ионном приборе?
40. Что такое потенциал ионизации газа в ионном приборе?
41. Изобразите вольт-амперную характеристику разряда в газе.
42. В чем заключаются особенности электронно-ионной технологии?



43. Что является носителем энергии в установках электронно-ионной технологии?
44. Что такое фотоумножитель, и какие явления положены в основу его работы?
45. Что такое плазменная электроника?
46. Какие типы газового разряда вы знаете?
47. Что такое плазма?
48. Что такое степень ионизации плазмы?
49. Какими свойствами отличается плазма от нейтрального газа?
50. Что такое идеальная плазма?
51. Что такое ионные приборы?
52. Что такое газоразрядная панель и как она устроена?
53. Какие типы газоразрядных панелей вы знаете?
54. Назовите области применения приборов и установок вакуумной и плазменной электроники в технологиях микро и наноэлектроники.

### ***Экзаменационные вопросы.***

#### ***Билет 1.***

1. Термоэлектронная эмиссия.
2. Люминесцентные экраны и их характеристики.

#### ***Билет 2.***

1. Электронные пучки. Формирование электронных пучков.
2. Влияние внешнего ускоряющего поля на термоэмиссию электронов.

#### ***Билет 3***

1. Характеристики низкотемпературной плазмы.
2. Фотоэлектронные умножители

#### ***Билет 4***

1. Отклоняющие системы.
2. Электростатическая или автоэлектронная эмиссия

#### ***Билет 5***

1. Токи в вакууме ограниченные пространственным зарядом. Закон «трех вторых».
2. Элементарные процессы в газовых разрядах.

#### ***Билет 6***

1. Электронно-лучевые трубки.
2. Самостоятельные и несамостоятельные разряды.

#### ***Билет 7***

1. Приборы тлеющего разряда.
2. Элементарные процессы в газовом разряде

### ***Примеры тестовых заданий***

**Фотоэлектронный умножитель - электровакуумный прибор, в котором используется:**

1. вторичная электронная эмиссия
2. термоэлектронная эмиссия
3. автоэлектронная эмиссия
4. фотоэлектронная эмиссия

**Эмиссии электронов из металла препятствует:**

1. потенциальный барьер
2. тепловые колебания ионов
3. работа выхода
4. хаотическое движение электронов

**Минимальная энергия, которую необходимо передать электрону на уровне Ферми, чтобы он покинул металл, называется:**

1. работой выхода
2. потенциалом ионизации
3. энергией активации
4. потенциальной энергией электрона во внешнем электрическом поле

**Снижение потенциального барьера по мере ..... называется эффектом Шоттки**

1. увеличения прилагаемого внешнего электрического поля
2. увеличения температуры
3. адсорбции атомов и молекул на поверхность твердого тела
4. облучения светом

**Формула Ричарда-Дешмена устанавливает зависимость тока термоэлектронной эмиссии от:**

1. температуры
2. работы выхода
2. напряженности внешнего электрического поля
3. внешней работы выхода (электронного сродства)

**С увеличением работы выхода электронов из металла плотность термоэлектронного тока:**

1. уменьшается экспоненциально
2. линейно возрастает
2. увеличивается экспоненциально
3. линейно уменьшается

**Фотоэлектронная эмиссия - это испускание электронов под действием**

1. электромагнитного излучения
2. электрического поля
3. нагревания
4. контактной разности потенциалов

**К преимуществам электростатической отклоняющей системы перед магнитной относятся:**

1. значительно меньшая инерционность
2. меньшие затраты потребляемой мощности
3. значительно меньшие aberrации
4. ускоряющее напряжение в меньшей степени влияет на чувствительность к отклонению

**В осциллографических ЭЛТ применяется электростатическая отклоняющая система, как обеспечивающая:**

1. большее быстродействие
2. большие углы отклонения

3. высокую контрастность
4. высокую разрешающую способность

**7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля – 50 % и промежуточного контроля – 40 %.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10 баллов,
- участие на практических занятиях - 25 баллов,
- выполнение лабораторных заданий –
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 25 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 5 баллов,
- письменная контрольная работа - 15 баллов,
- тестирование - 20 баллов.

**Шкала диапазона для перевода рейтингового балла в «5»-бальную систему:**

- «0 – 50» баллов – неудовлетворительно
- «51 – 65» баллов – удовлетворительно
- «66 - 85» баллов – хорошо
- «86 - 100» баллов – отлично
- «51 и выше» баллов – зачет

**8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

*а) Основная литература:*

1. Сушков, Александр Данилович. Вакуумная электроника: физико-технические основы : учеб. пособие / Сушков, Александр Данилович. - СПб. [и др.] : Лань, 2004. - 462 с. - Рекомендовано УМО. - ISBN 5-8114-0530-8 : 297-00.
2. Светцов В. И. Вакуумная и плазменная электроника: Учеб. пособие. Иван. гос. хим.-технол. ун-т. Иваново, 2003. 172 с.
3. Битнер Л.Р. Вакуумная и плазменная электроника [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.Р. Битнер. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007. — 148 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13920.html>
4. Кузнецов Г.Д., Курочка С.П., Курочка А.С. Вакуумная и плазменная электроника: Курс лекций. М.: Изд-во МИСИС, 2008.

*б) Дополнительная литература:*

5. Вакуумная электроника : [учеб. пособие для вузов]. Ч.1 / А. Н. Диденко. - М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2008. - 604 с. - (Серия "Электроника в техническом университете: Прикладная электроника"/ под общ. ред. И.Б.Федорова). - ISBN 978-5-7038-3185-4 : 400-00.
6. Иванов И.Г. Вакуумный практикум [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / И.Г. Иванов. — Электрон. текстовые данные. — Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2009. — 56 с. — 978-5-9275-0604-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/46927.html>
7. Шешин, Евгений Павлович. Вакуумные технологии : [учеб. пособие] / Шешин, Евгений Павлович. - Долгопрудный : Интеллект, 2009. - 501,[2] с. - (Физтехковский учебник). - ISBN 978-5-91559-012-9 : 679-80.

## **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

1. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
2. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
3. Теоретические сведения по физике и подробные решения демонстрационных вариантов тестовых заданий, представленных на сайте Росаккредагентства ([www.fepo.ru](http://www.fepo.ru)).
4. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
5. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
6. [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru) - Электронная библиотечная система «Университетская библиотека - online».
7. [www.iqlib.ru](http://www.iqlib.ru) - Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия
8. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки [elibrary.ru](http://elibrary.ru)).
9. [www.affp.mics.msu.su](http://www.affp.mics.msu.su)

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Студент в процессе обучения должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы. Студенту предоставляется возможность работать во время учебы более самостоятельно, чем учащимся в средней школе. Студент должен уметь планировать и выполнять свою работу. Удельный вес самостоятельной работы составляет по времени 30% от всего времени изучаемого цикла. Это отражено в учебных планах и графиках учебного процесса, с которым каждый студент может ознакомиться у преподавателя дисциплины..

Главное в период обучения своей специальности - это научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения.

Четкое планирование своего рабочего времени и отдыха является необходимым условием для успешной самостоятельной работы. В основу его нужно положить рабочие программы изучаемых в семестре дисциплин, учебный план и расписание занятий вывешивается на 2-м этаже учебного корпуса . Рекомендуется не только ознакомиться с этими документами, но и изучить их.

Ежедневной учебной работе студенту следует уделять 9-10 часов своего времени, т.е. при 6 часах аудиторных занятий самостоятельной работе необходимо отводить 3-4 часа.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтра. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы . Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

### ***Работа на лекции***

На лекциях студенты получают самые необходимые данные, во многом дополняющие учебники (иногда даже их заменяющие с последними достижениями

науки. Умение сосредоточенно слушать лекции, активно, творчески воспринимать излагаемые сведения является неременным условием их глубокого и прочного усвоения, а также развития умственных способностей.

Слушание и запись лекций - сложные виды вузовской работы. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента. Слушая лекции, надо отвлекаться при этом от посторонних мыслей и думать только о том, что излагает преподаватель. Краткие записи лекций, конспектирование их помогает усвоить материал.

Внимание человека неустойчиво. Требуются волевые усилия, чтобы оно было сосредоточенным. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное. Это должно быть сделано самим студентом. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое "конспектирование" приносит больше вреда, чем пользы. Некоторые студенты просят иногда лектора "читать помедленнее". Но лекция не может превратиться в лекцию-диктовку. Это очень вредная тенденция, ибо в этом случае студент механически записывает большое количество услышанных сведений, не размышляя над ними.

Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Принципиальные места, определения, формулы следует сопровождать замечаниями: "важно", "особо важно", "хорошо запомнить" и т.п. Целесообразно разработать собственную "маркографию"(значки, символы), сокращения слов. Не лишним будет и изучение основ стенографии. Работая над конспектом лекций, всегда используй не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

#### ***Подготовка к сессии***

Каждый учебный семестр заканчивается аттестационными испытаниями: зачетно - экзаменационной сессией. Подготовка к экзаменационной сессии и сдача зачетов и экзаменов является ответственным периодом в работе студента. Серьезно подготовиться к сессии и успешно сдать все экзамены - долг каждого студента. Рекомендуется так организовать свою учебу, чтобы перед первым днем начала сессии были сданы и защищены все лабораторные работы, сданы все зачеты, выполнены другие работы, предусмотренные графиком учебного процесса.

Основное в подготовке к сессии - это повторение всего материала, курса или предмета, по которому необходимо сдавать экзамен. Только тот успевает, кто хорошо усвоил учебный материал.

Если студент плохо работал в семестре, пропускал лекции, слушал их невнимательно, не конспектировал, не изучал рекомендованную литературу, то в процессе подготовки к сессии ему придется не повторять уже знакомое, а заново в короткий срок изучать весь материал. А это зачастую оказывается невозможно сделать из-за нехватки времени. Для такого студента подготовка к экзаменам будет трудным, а иногда и непосильным делом, а финиш - отчисление из учебного заведения.

В дни подготовки к экзаменам избегай чрезмерной перегрузки умственной работой, чередуй труд и отдых.

При подготовке к сдаче экзаменов старайся весь объем работы распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к экзамену, контролировать каждый день выполнения работы. Лучше, если можно перевыполнить план. Тогда всегда будет резерв времени.

#### ***Методические рекомендации для преподавателя***

Одной из задач преподавателя, ведущего занятия по дисциплине, является выработка у бакалавров осознания важности, необходимости и полезности знания дисциплины для дальнейшей работы их инженерами-исследователями, при организации современного производства высококачественной, конкурентоспособной продукции.

Методическая модель преподавания дисциплины основана на применении активных методов обучения. Принципами организации учебного процесса являются:

- выбор методов преподавания в зависимости от различных факторов, влияющих на организацию учебного процесса;
- объединение нескольких методов в единый преподавательский модуль в целях повышения эффективности процесса обучения;
- активное участие слушателей в учебном процессе;
- приведение примеров применения изучаемого теоретического материала к реальным практическим ситуациям.

Используемые методы преподавания: лекционные занятия с использованием наглядных пособий и раздаточных материалов; метод «мозгового штурма», индивидуальные и групповые задания при проведении практических занятий.

Все виды занятий по дисциплине проводятся в соответствии с требованиями СТП. С целью более эффективного усвоения бакалаврами материала данной дисциплины рекомендуется при проведении лекционных занятий использовать наглядные пособия и раздаточные материалы. Для более глубокого изучения предмета бакалаврам представляется информация возможности использования Интернет-ресурсов по разделам дисциплины. Для контроля знаний бакалавров по данной дисциплине необходимо проводить рубежный и итоговый контроль.

Рубежный контроль. Бакалаврами по изученной дисциплине выполняются реферативные работы, доклады.

Контрольное тестирование. Этот метод включает в себя задания по всем темам раздела рабочей программы дисциплины.

Итоговый контроль осуществляется в виде зачета и экзамена в конце семестра. Студент в процессе обучения должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы. Студент должен уметь планировать и выполнять свою работу. Удельный вес самостоятельной работы составляет по времени 30% от всего времени изучаемого цикла. Это отражено в учебных планах и графиках учебного процесса, с которым каждый студент может ознакомиться у преподавателя дисциплины.

Главное в период обучения своей специальности - это научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтра. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения;

	помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на
	практических работах. Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.
Реферат	Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Кроме того, приветствуется поиск информации по теме реферата в Интернете, но с обязательной ссылкой на источник, и подразумевается не простая компиляция материала, а самостоятельная, творческая, аналитическая работа, с выражением собственного мнения по рассматриваемой теме и грамотно сделанными выводами и заключением. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.
Подготовка к Зачету и экзамену	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

Чтение лекций с использованием мультимедийных презентаций. Использование анимированных интерактивных компьютерных демонстраций и практикумов - тренингов по ряду разделов дисциплины.

1. Программное обеспечение для лекций: MS PowerPoint (MS PowerPoint Viewer), MS Word, Adobe Acrobat Reader, средство просмотра изображений, интерактивная доска.

2. [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru) - Электронная библиотечная система «Университетская библиотека - online».

3. [www.iqlib.ru](http://www.iqlib.ru) - Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия.

### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Материально – техническая база кафедры инженерной физики, которая осуществляет подготовку по направлению 11.03.04 «**Электроника и наноэлектроника**», позволяет готовить бакалавров, отвечающих требованиям ФГОС.

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийным проекционным оборудованием и интерактивной доской. Наименование лабораторий, ауд.: физический факультет, ауд. 2-41 (лекционная), 1-10 (лабораторная). Основное

оборудование: Мультимедийный проектор-11г.; Ноутбук aser-11г.; лабораторное  
оборудование по вакуумной и плазменной электронике.