



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
*Физический факультет*

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**История и методология науки и техники в области электроники**

Кафедра общей физики

Общеобразовательная программа  
11.04.04. Электроника и наноэлектроника

Профили подготовки:  
«Физика полупроводников и диэлектриков»

Уровень высшего образования  
**магистратура**

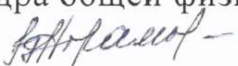
Форма обучения:  
Очная

Статус дисциплины:  
Базовая.

Махачкала  
**2017 г.**

Рабочая программа дисциплины «История и методология науки и техники в области электроники» составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 11.04.04. (уровень :магистратура).

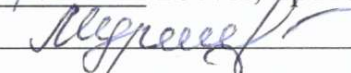
От « 3 » 09 2015г. № 955

Разработчик (и): кафедра общей физики, Абрамова Б.А.,  
кан.ф.-м.н., доцент 

Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры  
общей физики от «24» марта 2017г., протокол № 4

Зав.кафедрой  Гусейханов М.К.

на заседании Методической комиссии физического факультета  
от «29» марта 2017г., протокол № 4.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим  
управлением

« 29 » 03 2017г. 

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «История и методология науки и техники в области электроники» входит в базовую, часть образовательной программы магистратуры по направлению 11.04.04. «Электроника и наноэлектроника». Дисциплина реализуется на физическом факультете ДГУ кафедрой общей физики.

**КРАТКАЯ АННАТАЦИЯ:** Дисциплина «История и методология науки и техники в области электроники» предназначена для подготовки магистров к научно-исследовательской деятельности при создании и эксплуатации изделий электронной техники. Для развития и расширения их интеллектуального и культурного уровня. Сведения, излагаемые в данной дисциплине, дают студентам представление об основах методологии науки и техники развивают способности к самостоятельному обучению новым методам исследования, к возможному изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:

***общекультурных:***

способностью совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень (ОК-1)

способностью использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом (ОК-2);

способностью свободно пользоваться русским и иностранным языками, как средством делового общения (ОК-3);

способностью адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности (ОК-7)

***общепрофессиональных:***

способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (ОПК-1);

способностью самостоятельно принимать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области (ОПК-4);

***профессиональных:***

готовностью формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач (ПК-1);

способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов (ПК-4);

способностью анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников (ПК-6);

способностью овладеть навыками разработки учебно-методических материалов для студентов по отдельным видам учебных занятий (ПК-19);

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

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме: контрольная работа, коллоквиум и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины Зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Се- ме- стр	Учебные занятия						СРС в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифферен- цированный зачет).
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС		
	Всего	из них						
Лек- ции		Лабора- торные занятия	Практи- ческие занятия	КСР	Консу- льтации			
4	108	18		34			56	зачет,

### 1. Цели освоения дисциплины.

Дисциплина должна способствовать созданию у магистров целостного представления пути развития электроники, об эволюции представлений о существе науки «История и методология электроники» на разных этапах ее развития; об основных методах познания законов науки «История и методология электроники».

Для достижения цели ставятся задачи:

- изучить историю и методологию развития науки и техники;
- основные научные открытия и достижения «доэлектровакuumной» радиотехники ;
- роль отечественных ученых в развитии научных направлений;
- основные научные открытия и достижения современной науки;
- сформировать умения использовать справочную, научную литературу, периодику и интернет;
- приобрести навыки технических решений с использованием средств компьютерной графики, анализа полученных решений;
- овладеть навыками методологического анализа научных исследований и их результатов.

### 2. Место дисциплины в структуре ООП

«История и методология науки и техники в области электроники» входит в базовую часть образовательной программы по направлению 11.04.04.

«Электроника и наноэлектроника», профили подготовки: «Физика полупроводников и диэлектриков»(уровень : магистр).

**В результате изучения дисциплины «История и методология науки и техники**

**области электроники» студент должен:**

**знать:**

- основные закономерности исторического процесса в науке и технике, предпосылки возникновения и этапы исторического развития в области электроники,
- место и значение электроники и наноэлектроники в современном мире; основные направления, научные школы фундаментального и прикладного исследования и передовые производственные предприятия, работающие в области электроники и наноэлектроники; методологические основы и принципы современной науки;
- *иметь представление* о вкладе великих ученых в формирование современной естественнонаучной картины мира;

**уметь:**

- готовить методологическое обоснование научного исследования и технической разработки в области электроники; прогнозировать и анализировать социально экономические, гуманитарные и экологические последствия научных открытий и новых технических решений в области электроники, микро и наноэлектроники;

**владеть:**

- навыками анализа и идентификации новых проблем и областей исследования в области электроники и микроэлектроники;
- навыками методологического анализа

**знать :**

- *иметь представление* о вкладе великих ученых в формирование современной естественнонаучной картины мира;

Дисциплина: **«История и методология науки и техники в области электроники»** имеет междисциплинарные связи с дисциплинами:

- **«Философские основы научного и технического знания».**
- **«Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники».**

История физики, как науки, дает много прекрасных примеров такого рода.

Ограниченный лимит времени позволяет выполнить настоящую программу по изучению курса **«История и методология науки и техники в области электроники»** лишь при условии использования разнообразных методических форм подачи материала слушателям.

Одной из таких форм являются *сопровожаемые демонстрациями натуральных и компьютерных экспериментов практические занятия*, на которые следует выносить некоторые проблемные задачи и вопросы, не тратя времени на решение рядовых тренировочных задач.

В рамках *лабораторного практикума* используется умение магистров производить расчеты с помощью средств вычислительной техники. Это позволяет существенно приблизить уровень статистической культуры обработки результатов измерений в практикуме к современным стандартам, принятым в науке и производственной деятельности.

На *самостоятельную работу* студентов выносятся переработка материалов лекций и семинарских занятий, подготовка к лабораторно-практическим занятиям и обработка их результатов и составление отчетов, решение задач из предлагаемого кафедрой списка.

В качестве самостоятельной работы может быть рекомендованы написание одного-двух (за семестр) рефератов по темам близким к роду будущей деятельности студентов и связанным с применением физических приборов или общих закономерностей.

**Описание логической и содержательно-методической взаимосвязи с другими частями ООП (дисциплинами, модулями, практиками)**

Являясь самостоятельной учебной дисциплиной, курс оптики, не оторван от других дисциплин. Наоборот, существует междисциплинарная связь. Например, история физики, как науки, дает много прекрасных примеров такого рода.

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

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
<b>ОК-1</b>	способностью совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень	Знать: <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные закономерности эволюционного развития науки и техники;</li> <li>• этапы развития радиотехники и электроники.</li> <li>• место и значение современной электроники и радиотехники в социально-экономическом развитии общества;</li> <li>• о вкладе великих ученых в формирование современной естественнонаучной картины мира;</li> </ul>
<b>ОК-2</b>	способностью использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом	Знать: <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные направления, научные школы фундаментального и прикладного исследования и передовые производственные предприятия, работающие в области электроники и наноэлектроники;</li> </ul> Уметь: <ul style="list-style-type: none"> <li>готовить методологическое обоснование научного исследования и технической разработки в области электроники</li> </ul>

<p><b>ОК-3</b></p>	<p>способностью свободно пользоваться русским и иностранным языками, как средством делового общения</p>	<p><b>Знать:</b>          •иностранный язык в объеме, необходимом для получения информации профессионального содержания из зарубежных источников; особенности перевода технической литературы на русский язык.  <b>Уметь:</b>          самостоятельно анализировать социально-политическую и научную литературу. понимать роль науки в развитии цивилизации;          •самостоятельно анализировать социально-политическую и научную литературу;  <b>Владеть:</b>          деловым профессионально ориентированным иностранным языком; основной лексикой по направлению профессиональной деятельности</p>
<p><b>ОК-7</b></p>	<p>способностью адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности</p>	<p><b>Знать:</b>          основные достижения отрасли; динамику развития отрасли в России и зарубежном  <b>Уметь:</b>          адаптироваться к изменяющимся условиям;  <b>Владеть:</b>          основными знаниями в области психологии коллектива; анализировать свои возможности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• излагать и критически анализировать получаемую на семинарских занятиях информацию, пользоваться учебной литературой, Internet – ресурсами;</li> <li>• применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях.</li> </ul>
<p><b>ОПК-1</b>  <b>ПК-6</b></p>	<p>Способность понимать проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения</p>	<p><b>Знать:</b>          проблемы , возникающие в своей области ; методы решения проблем , возникающих в выбранной области;          средства решения проблем, возникающие в практической деятельности.  <b>Уметь:</b>          анализировать технические проблемы, возникающие в практической деятельности; составлять рабочие планы и программ проведения научных исследований и технических разработок;          выбирать методы и средства решения проблем , возникающие в практической деятельности.  <b>Владеть:</b>          методологией выявления проблем, возникающих при решения поставленных задач;          методами и техническими средствами решения проблем , возникающие в</p>

		практической деятельности
<b>ОПК-4:</b>	способностью самостоятельно принимать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•основные научные открытия и достижения современной науки;</li> <li>•научно-техническую информацию по теме исследования;</li> <li>•вклад великих ученых в формировании современной естественнонаучной картины мира</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•составлять рабочие планы и программ проведения научных исследований и технических разработок;</li> <li>•обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по теме исследования;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <p>техникой обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по теме исследования;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•новыми знаниями и умениями для использования в практической деятельности своей предметной области</li> </ul>
<b>ПК-1</b>	готовностью формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● цели и задачи научных исследований;</li> <li>● современные направления и тенденции развития электроники и нанoeлектроники проблемы;</li> <li>● использовать информационные источники для получения новых знаний о свойствах и применении полупроводников и диэлектриков в электронике и нанoeлектронике</li> <li>● методы решения поставленных задач</li> <li>● методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● понимать , излагать и критически анализировать задачи научных исследований;</li> <li>● выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач.</li> <li>● пользоваться теоретическими основами, основными понятиями электроники и нанoeлектроники</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>●обоснованно выбранными теоретическими и экспериментальными методами решения задач научных исследований</li> <li>●методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области электроники и микроэлектроники</li> <li>●методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации области электроники и микроэлектроники;</li> <li>●навыками эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских и лабораторных работ.</li> </ul>
ПК-4	<p>способностью к организации и проведению экспериментальных исследований применением современных средств и методов</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●способы организации экспериментальных исследований ;</li> <li>●современные методы научно-исследовательской работы;</li> <li>●принципы работы современного оборудования для физических измерений;</li> </ul> <p>современные средства и методы решения экспериментальных исследований;</p> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●организовывать экспериментальные исследования;</li> <li>●выбирать методы и технические средства решения основных проблем в практической деятельности;</li> <li>●создавать и анализировать на основе физических законов и их следствий теоретические модели явлений природы, получить навыки использования в практике важнейших физических измерительных приборов и приемов.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●методологией в организации и проведении экспериментальных исследований;</li> <li>●устройством используемых ими приборов и принципов их действия,</li> <li>●приобрести навыки выполнения физических измерений,</li> <li>●проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной техники.</li> </ul>

ПК-6	способностью анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● состояние научно-технических проблем предметной области ;</li> <li>● методы поиска информации по литературным и патентным источникам;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● классифицировать технические проблемы возникающие в практической деятельности;</li> <li>● анализировать информацию литературных источников;</li> <li>● анализировать информацию патентных источников;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <p>технологией поиска информации по литературным источникам</p>
ПК-19:	способностью овладеть навыками разработки учебно- методических материалов для студентов по отдельным видам учебных занятий	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● основные этапы выполнения учебно-методических материалов;</li> <li>● постановку задач для разработки учебно-методических материалов;</li> <li>● структуру разработки учебно-методических материалов.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● составлять план выполнения учебно-методических материалов;</li> <li>● определять цели и задачи разработок учебно-методических материалов</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Технологией разработки учебно-методических материалов;</li> <li>● Навыками разработки учебно-методических материалов по отдельным видам занятий;</li> </ul>

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

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

4.2. Структура дисциплины «История и методология науки и техники в области электротехники»

Разделы и темы дисциплин «История и методология науки техники в области электроники»	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия	Лабор. работы	Контроль самостоятельной работы		
<b>Модуль 1</b>							
<b>Раздел 1. Научные традиции, открытия, революции</b>	4	2	2			4	реферат
<b>Раздел 2. История развития электроники:</b>							Опрос реферат
<b>Тема 1.</b> Открытие фотоэффекта, создания диода, триода. Изобретение точечного и плоскостного биполярного транзистора.	4	3	4			4 4	
<b>Тема 3.</b> Основы развития микроэлектроники. Создания интегральных микросхем. Создание микропроцессора		3	4			6	
<b>Итого за модуль</b>		8	10			18	
<b>Модуль 2</b>							
<b>Раздел 3. Становление и возникновение наноэлектроники. История развития нанотехнологии</b>							опрос
Тема 1. Основные достижения нанотехнологий.	4	2	4			8	опрос
Тема 2. Сканирующая зондовая технология (СЗМ). Наночастицы.	4	2	4			8	
Тема 3. Туннельный микроскоп			2			6	
<b>Итого за модуль</b>		4	10			22	
<b>Модуль 3</b>							

Тема 1. Становление и развитие нанотехнологий в России . . Новейшие достижения. Перспективы и проблемы нанотехнологий.	4	2	4			6	опрос
Тема 2. Нанотехнологии в промышленности и в сельском хозяйстве. Информационные и военные технологии.	4	2	4			4	опрос
Тема 4. Нанотехнологии в промышленности и в военном деле. Нанотехнологии в медицине и в косметике	4	2	6			6	опрос
Итого за модуль		6	14			16	
Всего		18	34			56	

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

#### **4.3.1. Содержание лекций по дисциплине.**

##### *1. Структура научного знания и методы научного познания*

Галилео Галилей и формирование физики как науки. Принципы экспериментального исследования. Проблема, гипотеза, достоверная истина.

##### *2. Идеалы научного знания*

Парадигмы научной деятельности. Открытия в научном мире. Взаимосвязь науки и техники. Характерные черты современного этапа научно-технического прогресса. Методология науки как системы. Основные положения. Метод, методика и методология. Методологические принципы конкретно-научного уровня в классической физике.

##### *3. Научные традиции, открытия, революции*

Методологические правила – принципы Ньютона. Методологические принципы конкретно-научного уровня в неклассической физике. Демокрит и Пифагор – ученые эпохи античности. Открытия в области естествознания в

средние века. Наиболее крупные ученые эпохи Возрождения и их открытия (Н. Коперник, И. Кеплер, Леонардо да Винчи, Галилей и др.).

Период становления физики как науки (Э. Торричелли, Р. Декарт, Б. Паскаль).

Научные достижения Х. Гюйгенса, Р. Гука и Р. Бойля. Становление и развитие классической физики. Первый этап (конец 17 – конец 19 веков). Жизнь и открытия Ньютона.

Научные открытия Ж. Д'Аламбера, М. Ломоносова и Б. Франклина.

#### *4. Развитие классической физики*

Научные исследования Ш. Кулона, Г. Кавендиша. Научные результаты С.

Пуассона, О. Френеля и Г. Ома. Работы М. Фарадея, Э. Ленца и Д. Джоуля.

Второй этап (с 60-х годов 19 века до 1895 года). Роль Г. Герца, М. Фарадея, Дж.

Максвелла. Третий этап классической физики (1895–1904 годы). Научные

достижения В. Рентгена, Г. Герца и Х. Лоренца. Научные достижения А.

Беккереля, Пьера и Марии Кюри. Исследования Э. Резерфорда. История

создания атомной бомбы.

#### *5 История возникновения и формирования квантовой механики и квантово-механической теории твердого тела*

Экспериментальные основы и роль М.Планка в возникновении квантовой

теории. Теория волновой механики Луи де-Бройля. Вклад в развитие квантово-

механической теории А. Эйнштейна, В.Гейзенберга, Э.Шредингера, П. Дирака,

В.Паули Квантовые статистики Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Разработка

квантовомеханической теории твердого тела А.Зоммерфельдом, А.Вильсоном,

Ф Блохом. Вклад российских ученых в развитие квантово-механических теорий.

#### *7. История создания электроники.*

История создания радио и телевидения. От вакуумной электроники к

полупроводниковой. От микроэлектроники к наноэлектронике. История

создания вычислительной техники. Советская и российская электроника.

Состояние и перспективы развития .

8.История и перспективы нанотехнологий. Основные достижения нанотехнологий.

Сканирующие зондовые микроскопы (СЗМ). Наночастицы. Новейшие достижения. Перспективы развития и проблемы. Медицина и биология. Промышленность и сельское хозяйство. Освоение космос. Информационные и военные технологии.

#### **4.3.2. Содержание практических занятий по дисциплины.**

- 1.Труды физиков XVIII– XIX в , явившиеся фундаментом электроники.
- 2.Исторические этапы создания электроники:
3. Открытия лампы накаливания . диода, контактных явлений.
4. Предпосылки появления транзисторов.
5. История открытия выпрямляющих действий контактов полупроводников и диэлектриков и их использования в качестве детекторов.
6. История создания полевых транзисторов и их промышленное производство за рубежом и в России.
- 7.Миниатюризация электроэлементов и создания микросхем.
- 8.История развития технологии микроэлектроники
- 9.Изобретения интегральных схем и этапы их производство
10. История создания интегральных схем в России..
11. Становление и развитие нанотехнологий в России<sup>+</sup>
12. Наноразмерная электроника. –
- 13.Основные достижения нанотехнологий.
- 14.Сканирующая зондовая технология.Сканирующие микроскопы(СЗМ) , их устройство и принцип работы.
- 15.Сканирующая туннельная микроскопия. Принцип работы туннельных микроскопов (СТМ).
16. Новейшие достижения. Перспективы и проблемы нанотехнологий.
- 17.Нанотехнологии. Промышленность и сельское хозяйство.
- 18.Нанотехнологии, косметология и медицина
19. Информационные и военные технологии.

## 20. Перспективы развития нанонауки

### 21. Семинар 1.

#### **ВВЕДЕНИЕ**

1. История создания СЗМ;
2. Методы работы СЗМ;
  - контактный метод работы;
  - метод латеральных сил;
  - метод модуляции силы;
  - полуконтактный метод работы;
  - метод фазового контраста, физический смысл получаемого изображения.
3. Факторы, влияющие на СЗМ-изображение.
4. Подготовка препарата и его исследование с применением СЗМ.

### 22. Семинар 2.

- 2.1. сканирующего туннельного микроскопа. Порядок работы – получение, обработка и анализ полученных изображений.
- 2.2. Обработка и представление результатов эксперимента.

#### **Лабораторная работа 1 (4 часа)**

##### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ТВЕРДЫХ ТЕЛ МЕТОДОМ СКАНИРУЮЩЕЙ ТУННЕЛЬНОЙ МИКРОСКОПИИ.**

- 1.1. Цели работы
- 1.2. Информация для преподавателя.
- 1.3. Содержание работы.
- 1.4. Техника безопасности..
- 1.5. Задание
- 1.6. Контрольные вопросы.
- 1.7. Литература.

### 23. Семинар 3.

- 3.1 Изучение атомно-силового микроскопа и работы с ней.
- 3.2. Исследование поверхности твердых тел методом атомно-силовой микроскопии в неконтактном режиме .
- 3.3. Содержание работы.

#### **Лабораторная работа №2 (4 часа)**

- 2.1. Исследование поверхности твердых тел методом атомно-силовой микроскопии в неконтактном режиме.
- 2.2. Цели работы..
- 2.3. Информация для преподавателя.
- 2.4. Методические указания..
- 2.5. Техника безопасности..
- 2.6. Задание.
- 2.7. Контрольные работы.
- 2.8. Литература..

#### **24. Семинар 4.**

- 4.1.Изучение сканирующая зондовой литографии
- 4.2.Содержание.

#### **Лабораторная работа №3 (4 часа)**

- 4.1. Сканирующая зондовая литография.
- 4.2 Цели работы
- 4.3.Содержание работы..
- 4.4. Методические указания.....
- 4.5. Техника безопасности..
- 4.6. Задание.
- 4.7. Контрольные работы.
- 4.8. Литература

#### **25. Семинар 5.**

- 4.1.Обработка и количественный анализ изображений СЗМ
- 4.2.Содержание .

#### **Лабораторная работа №4. (2часа)**

- 5.1. Обработка и качественный анализ СЗМ изображений.
- 5.2. Цель работы.
- 5.3. Содержание.
- 5.4. Задание.
- 5.5. Оборудование и принадлежности
- 5.6. Методические указания.
- 5.7. Контрольные вопросы.
5. 8 Литература.

#### **5. Образовательные технологии**



При реализации дисциплины «История и методология науки и техники в области электроники» используются следующие виды учебных занятий: консультации, практические занятия - лабораторные работы, рефераты, самостоятельные работы.

– консультация преподавателя;

– самостоятельная работа студентов, которая включает освоение теоретического материала, подготовку к практическим занятиям.

При реализации программы «Экспериментальные методы исследований» используются следующие образовательные технологии:

– внеаудиторная работа в форме обязательных консультаций и индивидуальных занятий со студентами (помощь в понимании тех или иных методов исследования материалов, в подготовке рефератов и тезисов для студенческих конференций и т.д.).

Все темы программы с разной степенью углубленного изучения должны рассматриваться на лекционных, практических и лабораторных занятиях. Для получения глубоких и прочных знаний, твердых навыков и умений, необходима систематическая **самостоятельная работа** студента.

**Самостоятельная работа** нужна как для проработки лекционного (теоретического) материала, так и для подготовки к лабораторным работам и практическим занятиям. Основная самостоятельная работа необходима и при подготовке к контрольным мероприятиям.

На **лекциях** особое внимание следует уделять на основные понятия и основные физические закономерности. Дополнить конспект лекций, выделить главное студент должен самостоятельно, пользуясь учебными пособиями, размещенными на **сайте** кафедры. Индивидуальный сайт кафедры крайне необходим для успешного выполнения рабочей программы и учебного плана, в целом.

По всему лекционному материалу подготовлен конспект лекций в электронной форме и на бумажном носителе, большая часть теоретического материала излагается с применением слайдов (презентаций) в программе **PowerPoint**, а также с использованием интерактивных досок.

Обучающие и контролирующие модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Даггосуниверситета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым студенты имеют свободный доступ.

**Практические занятия** способствуют активному усвоению теоретического материала, на этих занятиях студенты учатся применять физические законы и закономерности для решения конкретных практических задач. **Лабораторный практикум** ориентирован на практическое изучение наиболее важных физических закономерностей, овладение техникой измерений и грамотную обработку их результатов, включая **автоматизированную обработку экспериментальных данных** на современных установках. Необходимо, чтобы студенты самостоятельно проводили измерения, расчеты и анализ полученных результатов, чтобы отчет по каждой лабораторной работе оформлялся грамотно и аккуратно в соответствии с предъявляемыми и сформулированными требованиями (на сайте кафедры). Постепенно необходимо осуществить пере-

ход к электронному оформлению отчетов и полному отказу от бумажных носителей преподавателем.

Итоговым контрольным мероприятием (аттестацией) является зачет.

Вопросы к зачету являются конкретными по соответствующим темам и доступными через сайт кафедры. Для успешного результата на зачете студентам рекомендуется ответы на них продумывать, готовить заранее и систематически по мере изучения соответствующих тем.

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

№	Разделы и темы	Виды СРС	
		обязательные	Дополнительные
1.	. Структура научного знания и методы научного познания	1. Работа с учебной литературой. 2. Выполнение домашнего задания 3. Проработка лекций	Реферат
2	Ученые эпохи античности. Открытия в области естествознания в средние века. Наиболее крупные ученые эпохи Возрождения и их открытия (Н. Коперник, И. Кеплер, Леонардо да Винчи, Галилей и др.)..	1. Работа с учебной литературой. 2. Выполнение домашнего задания 3. Проработка лекций	Доклад-презентация
.3	Этапы развития электроники : изобретения лампы накаливания, создания диода, триода ,изобретение точечного и плоскостного биполярного транзистора.	1. Работа с учебной литературой. 2. Выполнение домашнего задания. 3. Проработка лекций	Доклад-презентация
4	Основы развития микроэлектроники. Создания интегральных микросхем. Создание микропроцессора.	1. Работа с учебной литературой. 2. Выполнение домашнего задания 3. Проработка лекций	

5	Роль технологии в развитии современной электронной компонентной базы. Кремниевые мастерские и фабрики		
6	Становление и возникновение наноауки. История развития нанотехнологии.	1. Работа с учебной литературой. 2. Выполнение домашнего задания. 3. Проработка лекций	
7	Новейшие достижения. Перспективы развития и проблемы	1. Работа с учебной литературой. 2. Выполнение домашнего задания. 3. Проработка лекций	
7	Развитие нанотехнологий В России.	1. Работа с учебной литературой. 2. Выполнение домашнего задания. 3. Проработка лекций	

### **Виды самостоятельной работы студента:**

- изучение теоретического материала по конспектам лекций и рекомендованным учебным пособиям, монографической учебной литературе;
- самостоятельное изучение некоторых теоретических вопросов, выделенных в программе дисциплины, нерассмотренных на лекциях;
- выполнение комплекса заданий теоретического характера, расчетных и графических по всем разделам дисциплины;
- решение рекомендованных задач из сборника задач по волновой оптике;
- изучение теоретического материала по методическим руководствам к физическому практикуму по оптике.

### **Порядок выполнения и контроля самостоятельной работы студентов:**

- предусмотрена еженедельная самостоятельная работа обучающихся по изучению теоретического лекционного материала; контроль выполнения этой работы предусмотрен на практических занятиях по данной дисциплине;
- самостоятельное изучение некоторых теоретических вопросов, выделенных в программе дисциплины и нерассмотренных на лекциях предусматривается по мере изучения соответствующих разделов, в которых выделены эти вопросы

для самостоятельного изучения; контроль выполнения этой самостоятельной работы предусмотрен в рамках промежуточного контроля – экзамена по данной дисциплине;

- выполнение и письменное оформление комплекса заданий теоретического характера,
- выполнение расчетных и графических по основным разделам дисциплины предусмотрено еженедельно по мере формулировки этих заданий на лекциях;
- предусматривается письменное выполнение этой самостоятельной работы с текстовым, включая формулы, и графическим оформлением;
- контроль выполнения этой самостоятельной работы предусмотрен при завершении изучения дисциплины по представленному в печатном виде отчету по этому виду самостоятельной работы;
- предполагается ежедневное решение рекомендованных задач из сборника задач по волновой оптике при подготовке к практическим занятиям и при усвоении теоретического лекционного материала;
- контроль выполнения этой работы предусмотрен на практических лабораторных занятиях;
- изучение теоретического материала по методическим руководствам к специальному физическому практикуму по оптике предусмотрен еженедельно с отчетом о проделанной работе на практических лабораторных занятиях.

**Промежуточный контроль.** В течение семестра студенты выполняют:

- домашние задания, выполнение которых контролируется и при необходимости обсуждается на практических занятиях;
- промежуточные контрольные работы во время практических занятий для выявления степени усвоения пройденного материала;
- выполнение итоговой контрольной работы по решению задач, охватывающих базовые вопросы курса: в конце семестра.

**Итоговый контроль.** Зачет в конце семестра, включающий проверку теоретических знаний и умение решения по всему пройденному материалу.

## **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

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 прак-

тические 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.**

Компетенция	Знать, умение, навыки	Процедура освоения
ОК-1, ОК-3	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● вкладе великих ученых в формирование современной естественнонаучной картины мира;</li> <li>● основные закономерности эволюционного развития науки и техники. Этапы развития радиотехники и электроники.</li> <li>● место и значение современной электроники и радиотехники в социально-экономическом развитии общества;</li> <li>● иностранный язык в объеме, необходимом для получения информации профессионального содержания из зарубежных источников</li> </ul>	Устный опрос, письменный опрос, реферат
ОК-7,	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● о методах восприятия информации человеком и стереотипах мышления;</li> <li>● историю возникновения и развития электроники и нанoeлектроники;</li> <li>● основные достижения в электроники и нанoeлектроники;</li> <li>● динамику развития отрасли в России и зарубежном</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● адаптироваться к изменяющимся условиям;</li> <li>● пользоваться учебной литературой, Internet – ресурсами;</li> <li>● применять полученные знания в выступлениях на конференциях и на семинарских занятиях</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● основными знаниями в области</li> </ul>	Устный опрос, письменный опрос, реферат

	<p>психологии коллектива;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● навыками анализировать свои возможности и излагать получаемую на семинарских занятиях информацию,</li> </ul>	
<p>ОПК-1, ОПК -4, ПК-6</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● научно-техническую информацию по теме исследования;</li> <li>● основные научные открытия и достижения современной в области электроники и наноэлектроники;</li> <li>● проблемы, возникающие в своей области методы решения проблем, возникающих в выбранной области;</li> <li>● средства решения проблем, возникающие в практической деятельности;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по теме исследования;</li> </ul>	<p>Устный опрос, письменный опрос</p>
<p>ПК-1,</p>	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <i>понимать, излагать и критически</i> анализировать задачи научных исследований;</li> <li>● выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач.</li> <li>● пользоваться теоретическими основами, основными понятиями электроники и наноэлектроники</li> </ul>	<p>Устный опрос, письменный опрос Реферат.</p>
	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● методологией в организации и проведении экспериментальных исследований;</li> <li>● устройством используемых ими приборов и принципов их действия,</li> <li>● приобрести навыки выполнения физических измерений,</li> <li>● проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной техники.</li> <li>● успешного владения методами обработки анализа и синтеза физической</li> </ul>	<p>Устный опрос, письменный опрос</p>

	информации; ● системой знаний по организации и постановке физического эксперимента, обладает способностью теоретического анализа результатов наблюдений и экспериментов;	
ПК4	<b>Знать:</b> ● способы организации экспериментальных исследований; ● современные средства и методы проведения экспериментальных исследований; <b>Уметь:</b> ● организовывать и выбирать методы проведения исследовательской деятельности; <b>Владеть:</b> ● методологией в организации и проведении экспериментальных исследований; ● методами и техническими для проведения средствами для проведения экспериментальных исследований	Устный опрос, письменный опрос
ПК-19	<b>Владеть:</b> ● технологией определения цели и задач учебно-методических материалов ; ● методикой составления технического заданий по отдельным учебным занятиям	письменный опрос

## 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

Схема оценки уровня формирования компетенции

### ОК-1: способностью совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знание основных закономерностей эволюционного развития науки и техники. Этапы развития радиотехники и электроники	Ознакомлен с основными закономерностями эволюционного развития науки и техники. Этапы развития радиотехники и электроники	Излагает и критически анализирует полученную на лекциях, а также самостоятельно добытую информацию	Демонстрирует четкие знания и основных физических законов, используемых в электронике и радиотехнике

Базовый	Умение определить место электроники и радиотехники в социально-экономическом развитии общества	Ознакомлен с научной и справочной литературой, периодикой и Интернетом	Формулирует задачи исследовательского характера и анализирует их	Демонстрирует способность анализировать связь задач и социально-экономических проблем в обществе
Продвинутый	Владеть навыками решения исследовательских и проектных задач	Показывает владение навыками решения исследовательских задач	Показывает знание методики формирования основных понятий в электронике и радиотехники	Демонстрирует владение основными средствами моделирования объектов исследования

**ОК-2 - способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом**

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление о современных методах научно-исследовательской работы и принципах работы инновационного оборудования	Знаком с современными методами научно-исследовательской работы и принципами работы инновационного оборудования	Показывает знания современных методов организации научно-исследовательской работы и принципов работы инновационного оборудования	Демонстрирует четкие знания методов организации научно-исследовательской работы, показывает готовность к изучению современных инновационных методов
Базовый	Умение организовать научно-исследовательские и научно-производственные работы, формулировать и решать задачи, выбирать необходимые методы исследования	Знаком с методами организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, может выбирать необходимые методы исследования	Демонстрирует знание методов организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, умение выбирать необходимые методы исследования	Показывает знание методов организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, умение выбирать методы исследования, формулировать и решать задачи



Про- Двину- тый	Знания теоретических основ физики полупроводников и диэлектриков, методологий теоретических и экспериментальных исследований; методов количественного формулирования и решения практических задач	Знаком с теоретическими основами физики полупроводников и диэлектриков, методологией теоретических и экспериментальных исследований; методами количественного формулирования и решения практических задач	Демонстрирует этапы развития электроники знания, знания основ нанотехнологий	Показывает углубленные знания теоретических основ электроники; умение самостоятельно формулировать и решать практические задачи
-----------------------	---	---	--	---

**ОК-3: способностью свободно пользоваться русским и иностранным языками, как средством делового общения**

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знания иностранного языка в объеме, необходимом для получения информации профессионального содержания из зарубежных источников	Ознакомлен самостоятельно с социально-политической и научной литературой для понимания роли науки в развитии цивилизации	Демонстрирует особенности перевода технической литературы на русский язык	Демонстрирует Технологию перевода статей и заявок на патенты на иностранный язык
Базовый	Уметь самостоятельно анализировать социально-политическую и научную литературу	Имеет понятие о роли науки в развитии цивилизации	Самостоятельно социально-политическую и научную литературу	Демонстрирует умение составлять аннотации статей на иностранном языке
Продвинутый	Навыки владения деловым профессионально ориентированным иностранным языком	Имеет понятие о деловых письмах на иностранном языке	Показывает навыки владения технологией подготовки электронных и деловых писем на иностранном языке	Демонстрирует Владение основной лексикой по направлению профессиональной деятельности

**ОПК-1 - способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения**

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление о основных проблемах в области электроники и нанотехнологии	Понимает основные проблемы в области электроники и нанотехнологии	Показывает знания проблемы в области электроники и нанотехнологии	Демонстрирует готовность к углубленному анализу проблем в области электроники и нанотехнологии
Базовый	Умение анализировать физические процессы и явления в электроники и нанотехнологии; выбирать методы и средства решения конкретных задач	Участвует в анализе процессов и явлений в электроники и нанотехнологии; умеет выбирать методы и средства решения конкретных задач	Показывает способность анализировать физические процессы и явления в электроники и нанотехнологии; выбирать методы и средства решения конкретных задач	Демонстрирует знания физических процессов и явлений происходящих в электроники и нанотехнологии; и способность самостоятельно изучать специальную научную литературу,
Продвинутый	Знания теоретических основ электроники и нанотехнологии методологий теоретических и экспериментальных исследований;	Знаком с теоретическими основами электроники и нанотехнологии, методологией теоретических и экспериментальных исследований;	Демонстрирует знания теоретических основ электроники и нанотехнологии, методологий теоретических и экспериментальных исследований;	Показывает углубленные знания электронных устройств, методологией теоретических и экспериментальных исследований в области нанотехнологий;

**ОПК-4: способностью самостоятельно принимать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области**

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление о основных научных открытиях и достижениях современной науки.	Ознакомлен с научно-технической информацией по теме исследования	Показывает знание методики и средств решения задач	Демонстрирует сбор научно-технической информации по теме исследования
Базовый	Умение составлять рабочие планы и программы проведения научных исследований и технических разработок	Имеет понятие о о рабочих планах и программе проведения научных исследований и технических разработок	Показывает умение обрабатывать , анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по теме исследования	Демонстрирует умение выбрать Методики и средства решения задачи
Продвинутый	Представления о навыках владения техникой сбора научно-технической информации по теме исследования	Имеет понятия о методах обработки, анализа и синтеза научно-техническую информацию по теме исследования	Показывает знания осуществляющих современных методов обработки анализа и синтеза научно-техническую информацию по теме исследования	Демонстрирует навыки успешного владения методами обработки . анализа и синтеза научно-техническую информацию по теме исследования

**ПК-1 - готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач**

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знание основных направлений и тенденций развития современной мик-	Знаком с основными направлениями и тенденциями развития	Демонстрирует знания основных направлений и тенденций разви-	Показывает знания основных направлений и тенденций разви-

	ро- и наноэлектроники, умение формулировать цели и задачи научных исследований	современной микро- и наноэлектроники, способен формулировать цели и задачи научных исследований	тия современной микро- и наноэлектроники, способен формулировать цели и задачи научных исследований	тия современной микро- и наноэлектроники, умеет формулировать цели и задачи научных исследований
Базовый	Готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития твердотельной электроники и наноэлектроники; выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	Участвует в определении целей и задач научных исследований, в выборе теоретических и экспериментальных методов и средств решения сформулированных задач	Участвует в определении целей и задач научных исследований, в выборе теоретических и экспериментальных методов и средств решения сформулированных задач	Способен самостоятельно изучить тенденции развития электроники и наноэлектроники, формулировать цели и задачи научных исследований, выбирать теоретические и экспериментальные методы решения задач
Продвину-тый	Умение формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	Показывает владение навыками конкретизации целей и задач научных исследований, находит дополнительный материал для формулировки и выбора методов решения новых задач	Демонстрирует готовность формулировать цели и задачи научных исследований, способность обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	Способен формулировать цели и задачи научных исследований, выбирать эффективные теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач

## **7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.**

Схема оценки уровня формирования компетенции

### Критерии оценок на курсовых экзаменах

В экзаменационный билет рекомендуется включать не менее 3 вопросов, охватывающих весь пройденный материал, также в билетах могут быть задачи и примеры.

Ответы на все вопросы оцениваются максимум **100 баллами**.

**Критерии оценок** следующие:

- **100 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разяснять их в логической последовательности.

- **90 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности.

- **80 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разяснять их в логической последовательности, но допускает некоторые ошибки общего характера.

- **70 баллов** – студент хорошо понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновывать некоторые выводы.

- **60 баллов** – студент отвечает в основном правильно, но чувствуется механическое заучивание материала.

- **50 баллов** – в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки.

- **40 баллов** – ответ студента правилен лишь частично, при разяснении материала допускаются серьезные ошибки.

- **20-30 баллов** – студент имеет общее представление о теме, но не умеет логически обосновать свои мысли.

- **10 баллов** – студент имеет лишь частичное представление о теме.

- **0 баллов** – нет ответа.

Эти критерии носят в основном ориентировочный характер. Если в билете имеются задачи, они могут быть более четкими.

**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

### **ОК-1: способностью совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень**

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление о методах восприятия информации человека	Ознакомлен с основными закономерностями эволюционного развития науки и	Излагает и критически анализирует	Демонстрирует четкие знания и навыки решения

	ом и стереотипах мышления	техники. Этапы развития радиотехники и электроники	полученную на лекциях, а также самостоятельно добытую информацию	исследовательских задач
--	---------------------------	---	--	-------------------------

**ОК-2: способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности**

Уровень	Показатели (что обучающейся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представления о методологическом основе электроники как прикладной науки	Ознакомлен с научнотехнической литературой в области радиотехники и электроники и с методами решения исследовательских и проектных задач	Излагает и критически анализирует полученную на лекциях, а также самостоятельно добытую информацию	Демонстрирует навыки принятия решений при выполнении проектных процедур и владение методикой поиска научнотехнической информации
Базовый	Умение организовывать экспериментальные исследования, решать исследовательские задачи и формулировать практические выводы	Знаком с научнотехнической литературой в области радиотехники и электроники	Излагает и критически анализирует научнотехнической литературой в области радиотехники и электроники	Демонстрирует умение решать исследовательские задачи и формулировать практические выводы
Продвинутый	Владеть навыками решения при выполнении проектных процедур	Знаком с методикой поиска научнотехнической информацией	Показывает навыки поиска научнотехнической информации	Демонстрирует владение навыками оформления результатов научных и проектных работ

**ОК-3: способностью свободно пользоваться русским и иностранным языками, как средством делового общения**

Уровень	Показатели (что обучающейся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

Пороговый	Знания иностранного языка в объеме, необходимом для получения информации профессионального содержания из зарубежных источников	Ознакомлен самостоятельно с социально-политической и научной литературой для понимания роли науки в развитии цивилизации	Демонстрирует особенности перевода технической литературы на русский язык	Демонстрирует Технологию перевода статей и заявок на патенты на иностранный язык
Базовый	Уметь самостоятельно анализировать социально-политическую и научную литературу	Имеет понятие о роли науки в развитии цивилизации	Самостоятельно социально-политическую и научную литературу	Демонстрирует умение составлять аннотации статей на иностранном языке
Продвинутый	Навыки владения деловым профессионально ориентированным иностранным языком	Имеет понятие о деловых письмах на иностранном языке	Показывает навыки владения технологией подготовки электронных и деловых писем на иностранном языке	Демонстрирует Владение основной лексикой по направлению профессиональной деятельности

**ОК-7: способностью адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности**

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Основные достижения отрасли и динамику развития отрасли в России и зарубежом	Ознакомлен с динамикой развития отрасли в России и зарубежом	Демонстрирует адаптации к изменяющимся условиям и переоценивать накопленный опыт	Показывает способность анализировать свои возможности владения методами анализа своих возможностей

**ОПК-1; Способность понимать проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения**

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

пороговый	Знания о возникающих проблемах в выбранной области и методах решения их	Ознакомлен с техническими проблемами, возникающие в практической деятельности и методами решения их	Показывает знания и методы решения проблем, возникающие в практической деятельности и	Демонстрирует понимания проблем, возникающие в практической деятельности, и выбор методов и средств для их решения
-----------	---	---	---	--

**ОПК-4: способностью самостоятельно принимать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области**

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление о основных научных открытиях и достижениях современной науки.	Ознакомлен с научно-технической информацией по теме исследования	Показывает знание методики и средств решения задач	Демонстрирует сбор научно-технической информации по теме исследования
Базовый	Умение составлять рабочие планы и программы проведения научных исследований и технических разработок	Имеет понятие о о рабочих планах и программе проведения научных исследований и технических разработок	Показывает умение обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по теме исследования	Демонстрирует умение выбрать Методики и средства решения задачи
Продвинутый	Представления о навыках владения техникой сбора научно-технической информации по теме исследования	Имеет понятия о методах обработки, анализа и синтеза научно-техническую информацию по теме исследования	Показывает знания осуществляющих современных методов обработки анализа и синтеза научно-техническую информацию по теме исследования	Демонстрирует навыки успешного владения методами обработки . анализа и синтеза научно-техническую информацию по теме исследования

**ПК-1; готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способность обоснованно выбирать теоретические и**



## экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
пороговый	Представления о целях и задачах научных исследований и методах их решения	Иметь понятия о задаче научных исследований, выборе метода и средств для их решения	Показывает способность анализировать задачу научных исследований и выбирать методы и средства решения их	Демонстрирует обоснованно выбранные методы и технические средства для решения поставленных задач

### ПК-4 : способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
пороговый	Представление о способах организации экспериментальных исследований	Иметь понятия о способах организации экспериментальных исследований и методах их проведения	Показывает способность организовывать экспериментальные исследования и умение выбрать методы проведения и технические средства решения для практической деятельности	Демонстрирует знание методологией организации и проведении экспериментальных исследований практической деятельности, и техническими средствами
Базовый	Умение организовывать экспериментальные исследования	Иметь понятия о организации экспериментальных исследованиях	Показывает умение выбирать методы проведения исследовательской деятельности	Демонстрирует умение выбирать методы и технические средства для проведения экспериментальных исследований
Продвинутый	Владеть методологией в организации и проведения экспериментальных исследований	Знаком с организацией и проведением экспериментальных исследований	Показывает владение навыками в организации и проведении экспериментальных исследований	Демонстрирует обоснованно выбранные методы решения основных проблем в практической деятельности
пороговый	Представления состояние научно-технических проблем предметной области и методах поиска информации по литературным источникам	Иметь понятия о научно-технических проблемах предметной области и методах поиска информации по литературным источникам	Показывает способность классифицировать технические проблемы, возникающие в практической деятельности, анализировать информацию литературных и патентных источников	Демонстрирует владение технологией поиска информации по литературным и патентным источникам

**ПК-19: способностью овладеть навыками разработки учебно – методических материалов для студентов по отдельным видам учебных занятий**

Уровень	Показатели (что обучающейся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
пороговый	Знания основные этапы выполнения учебно-методических материалов, постановку задач для разработки учебно-методических материалов и структуру разработки учебно-методических материалов	Иметь понятия о целях и задачах разработок учебно-методических материалов	Показывает способность составлять план выполнения, структуру, разработку учебно-методических материалов	Демонстрирует знание разработки учебно-методических материалов,, составление технического задания по отдельным учебным занятиям
Базовый	Умение определить цели и задачи разработок учебно-методических материалов	Знаком с планом выполнения учебно-методических разработок	Показывает умение осуществлять постановку задачи	Демонстрирует умение составлять план выполнения учебно-методических материалов
Продвину-тый	Владеть навыками разработки учебно-методических материалов	Знаком с технологией определения цели и задач	Владеет методикой разработки учебно-методического материала	Демонстрирует владение методикой составления технического задания по отдельным учебным дисциплинам.

Если хотя бы одна из компетенций не оформлена, то положительная оценка По дисциплине быть не может

### **7.3 Типовые контрольные задания**

#### **7.3.1. Контрольные вопросы и задания**

1. В чем суть экспериментальных исследований А.С.Попова?
2. Почему работы и эксперименты Герца больше относятся к радиотехнике, чем к технической кибернетике?
3. Уравнения Максвелла – обобщение теоретических результатов или революционная гипотеза?
4. В чем заключается содержательная сторона радиопередающего устройства?
4. В чем принципиальное отличие радиоприемного устройства от приемника проводных систем связи?
5. В чем состоит роль Г. Маркони?

- 6 В чем заключается значение электровакуумной техники в развитии радиотехники?
7. В чем отличие полевых и биполярных транзисторов как компонентов электронных и радиотехнических устройств?
8. В чем отличие сигнальных процессоров от традиционных микропроцессорных БИС?
9. Микроэлектроника - в первую очередь надежность или масса -габаритные показатели радиотехнических систем?
10. Какие принципиальные для электроники задачи позволяют решать современные микропроцессоры и микропроцессорные комплекты?
11. Сформулируйте законы физики и явления, которые используются Вами при выполнении магистерских исследований!
12. В чем отличии сканирующих микроскопов (СЗМ)от туннельных (СТМ)

### **7.3.2 .Примерные темы рефератов или практических занятий**

1. Исторические этапы создания электроники:
  - 1.Труды физиков XVIII– XIX в , явившиеся фундаментом электроники.
  2. Открытия лампы накаливания . диода, контактных явлений.
  3. Предпосылки появления транзисторов.
  - 4 История открытия выпрямляющих действий контактов полупроводников и диэлектриков и их использования в качестве детекторов.
  5. История создания полевых транзисторов и их промышленное производство за рубежом и в России.
  - 6.Миниатюризация электроэлементов и создания микросхем.
  - 7.История развития технологии микроэлектроники
  - 8.Изобретения интегральных схем и этапы их производство
  9. История создания интегральных схем в России..
  10. Становление и развитие нанотехнологий в России
  11. Наноразмерная электроника.
  - 12.Основные достижения нанотехнологий.
  - 13.Сканирующая зондовая технология.Сканирующие микроскопы(СЗМ) , их устройство и принцип работы.
  - 14.Сканирующая туннельная микроскопия. Принцип работы туннельных микроскопов (СТМ).

15. Новейшие достижения. Перспективы и проблемы нанотехнологий.
16. Нанотехнологии. Промышленность и сельское хозяйство.
17. Нанотехнологии, косметология и медицина
18. Информационные и военные технологии.
19. Перспективы развития нанонауки

### **Требования к содержанию и оформлению реферата**

Реферат оформляется в соответствии со Стандартом предприятия и включает титульный лист, содержание, введение, разделы основной части, выводы и список использованной литературы. Объем реферата – 15 ... 20 страниц машинописного текста.

Во введении характеризуется актуальность рассматриваемой в реферате проблемы, ее место и роль в истории науки и техники. Разделы основной части в зависимости от специфики темы реферата включают историю научных открытий (изобретений), биографические данные ученого (изобретателя), наиболее важные открытия и изобретения в отдельных отраслях науки и техники, основные этапы развития отраслей науки и техники и т.д. В выводах следует показать теоретическое и прикладное значение данного направления для научно-технического прогресса

### **7.3.3. Вопросы коллоквиумов**

#### **Зачатки науки и развитие науки и техники.**

1. Техника и научные знания Средневековья
2. Научные знания и технические достижения средневековой Руси.
3. Наука и техника Нового времени.
4. Наука и техника в зарубежных странах.
5. Открытия фотоэффекта.

#### **История развития электроники**

1. История создания радио и телевидения и предпосылки к развитию электроники.
2. Этапы развития электроники.
3. Предпосылки к созданию транзисторов. Создание полевых транзисторов.
4. История развития микроэлектроники. Создания интегральных схем.
5. История создания микроэлектроники в СССР и ее развитие в настоящее время.

## **Становление и развитие нанонауки в России.**

1. Перспективы и развитие нанотехнологий. Наноразмерная электроника.
2. Сканирующие зондовые микроскопы (СЗМ). Наночастицы. Новейшие достижения. Перспективы развития и проблемы.
3. Нанотехнологии, косметология и медицина.
4. Нанотехнологии в промышленности и в сельском хозяйстве.
5. Освоение космос. Информационные и военные технологии.
6. Перспективы и развитие нанонауки.

## **Методические указания студентам.**

Дидактические материалы могут стать вашим помощником при усвоении основного программного материала по истории науки и техники в общем и частности в области электроники, при работе с учебником, при подготовке и к практическим занятиям, к контрольным работам, семинарским занятиям и зачетам. Необходимо ознакомиться с методологическими основами и принципами современной науки и техники в области электроники.

Важно иметь представления о основных современной российские научные школы, центры по фундаментальных и прикладных исследований, производственные объединениях и предприятиях, как возможные конкретные места приложения своих знаний после завершения учёбы в университете

Методические указания должны мотивировать студентов к самостоятельной работе и не подменять учебную литературу.

## **Методические рекомендации преподавателю**

1. Внедрение новых информационных технологий в учебный процесс.
2. Пакет заданий для самостоятельной работы со сроками их выполнения и сдачи.
3. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:
  - изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
  - логичность, четкость и ясность в изложении материала;

- возможность проблемного изложения с целью активизации деятельности студентов;
- использовать при изложении лекции экспериментальные и теоретические результаты, полученные сотрудниками факультета по тематике лекций.
- тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

4. Семинар проводится по узловым и наиболее сложным вопросам (темам, разделам) учебной программы. При подготовке классического семинара желательно придерживаться следующего алгоритма:

а) разработка учебно-методического материала:

- формулировка темы, соответствующей программе и госстандарту;- определение дидактических, воспитывающих и формирующих целей занятия;
- выбор методов, приемов и средств для проведения семинара;
- подбор литературы для преподавателя и студентов;
- при необходимости проведение консультаций для студентов;

б) подготовка обучаемых и преподавателя:

- составление плана семинара из 3-4 вопросов;
- предоставление студентам 4-5 дней для подготовки к семинару;
- предоставление рекомендаций о последовательности изучения литературы (учебники, учебные пособия, законы и постановления, руководства и положения, конспекты лекций, статьи, справочники, информационные сборники и бюллетени, статистические данные и др.);
- создание набора наглядных пособий.

Подводя итоги семинара, можно использовать следующие критерии (показатели) оценки ответов:

- полнота и конкретность ответа;
- последовательность и логика изложения;
- связь теоретических положений с практикой;
- обоснованность и доказательность излагаемых положений;
- наличие качественных и количественных показателей;
- наличие иллюстраций к ответам в виде исторических фактов, примеров и пр.;
- уровень культуры речи;
- использование наглядных пособий и т.п.

В конце семинара рекомендуется дать оценку всего семинарского занятия, обратив особое внимание на следующие аспекты:

- качество подготовки;
- степень усвоения знаний;
- активность;
- положительные стороны в работе студентов;
- ценные и конструктивные предложения;
- недостатки в работе студентов;
- задачи и пути устранения недостатков.

После проведения первого семинарского курса, начинающему преподавателю целесообразно осуществить общий анализ проделанной работы, извлекая при этом полезные уроки.

5. При изложении материала помнить, что почти половина информации на лекции передается через интонацию. Учитывать тот факт, что первый кризис внимания студентов наступает на 15-20-й минутах, второй – на 30-35-й минутах. В профессиональном общении исходить из того, что восприятие лекций студентами младших и старших курсов существенно отличается по готовности и умению.

6. При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Проверка, контроль и оценка знаний студента, требуют учета его индивидуального стиля в осуществлении учебной деятельности.

Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

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

##### **Примерная оценка по 100 бальной шкале форм текущего и промежуточного контроля**

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

**Лекции - Текущий контроль** включает:

- посещение занятий \_\_ 10 \_\_ бал.
- активное участие на лекциях \_\_ 15 \_\_ бал.
- устный опрос, тестирование, коллоквиум \_\_ 60 \_\_ бал.
- и др. (доклады, рефераты) \_\_ 15 \_\_ бал.

**Практика (р/з) - Текущий контроль** включает:

(от 51 и выше - зачет)

- посещение занятий \_\_ 10 \_\_ бал.
- активное участие на практических занятиях \_\_ 15 \_\_ бал.
- выполнение домашних работ \_\_ 15 \_\_ бал.
- выполнение самостоятельных работ \_\_ 20 \_\_ бал.
- выполнение контрольных работ \_\_ 40 \_\_ бал.

**Физический практикум - Текущий контроль** включает:

(от 51 и выше - зачет)

- посещение занятий и наличие конспекта \_\_ 15 \_\_ бал.

- получение допуска к выполнению работы \_\_20\_\_ бал.
- выполнение работы и отчета к ней \_\_25\_\_ бал.
- защита лабораторной работы \_\_40\_\_ бал.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 60 баллов,
- письменная контрольная работа - 30 баллов,
- тестирование - 10 баллов.

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

### **а) основная литература:**

- 1.1. Рабаданов М.Х., Раджабов О.Р., Гусейханов М.К. Философия науки: История и методология естественных наук. –2-е изд. .Изд-во, Москва «КАНОН+», 2015г. 504
1. Кравченко А.Ф. История и методология науки и техники Новосибирск Изд Сибирского отделения АН 2005 360 с.
2. Костелов В.С. Философия истории технических наук М. МЭИ 2006. 39 с.
3. Пекелис В.Д. Истории о «ненужных» открытиях. М., 1975
4. Костелов В.С. Авторитеты в науке М. МЭИ 2006. 65 с.
- 5.Шейпак А.А. История науки и техники. Ч.1,2 .М. МГИУ,2007
- 6.Балабанов В.И., Нанотехнологии. Наука будущего. М.: Эксмо, 2009.
- 7 Балабанов В.И., Балабанов И.В. Открытия , которые потрясли мир. М.: Эксмо, 2010
8. Балабайцев А.В., Моргачев В.О., Паршин В.Д., Ушкалов В.А.  
История науки и техники. Ростов –на –Дону: «Феникс», 2013
9. Омаров О.А., Гусейханов М.К. История и методология физики. М: Издательский дом «ЭКО», «Альтекс» 2005.

### **б) дополнительная литература:**

1. *Кириллин, В.А.* Страницы истории науки и техники. – М.: Наука, 1989
2. Авдонин Б.Н., Мартынов В.В.Электроника. Вчера...Сегодня. Завтра?/ - М.: ИКП «Дека»; 2005. – 600 с.
3. *Кефели, И.Ф.* История науки и техники: Учебное пособие / И.Ф. Кефели. – СПб., 1995



## **в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

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. Физика [Электронный ресурс]: реф. журн. ВИНТИ. № 7 - 12, 2008 / Всерос. ин-т науч. и техн. информ. - М.: [Изд-во ВИНТИ], 2008. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - 25698-00.
5. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
6. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
7. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки [elibrary.ru](http://elibrary.ru)).
8. Федеральный центр образовательного законодательства. <http://www.lexed.ru>
9. Электронные ресурсы Университетской информационной системы России (УИС России) [www.uisrussia.ru](http://www.uisrussia.ru)
10. ИС Единое окно <http://window.edu.ru>

## **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети**

### **«Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

Информационное обеспечение магистерской программы обеспечивается библиотечным фондом, состоящим из учебной, учебно-методической литературы и периодических изданий. Кроме того, магистры имеют доступ по локальной сети к различным ресурсам:

- ресурсы Интернета:
- Дагестанский региональный ресурсный центр (<http://rrc.dgu.ru/>) с доступом через корпоративную университетскую сеть. Портал содержит каталог образовательных ресурсов, учебных материалов, ссылок и образовательных оффлайн-ресурсов.
- Образовательный сервер ДГУ (<http://edu.icc.dgu.ru/>) Образовательный сервер ДГУ представляет собой распределенную программную среду для обеспечения обучающе-контролирующих систем. Позволяет использовать учебно-методические модули и организовывать учебный процесс с использованием сетевых технологий. Разрабатывается и поддерживается ИВЦ ДГУ.
- Сервер дистанционного обучения (<http://oroks.icc.dgu.ru/>) .
- Электронный читальный зал ДГУ (<http://lib.icc.dgu.ru/>). Сайт содержит базу выпускаемой преподавателями и иными сотрудниками ДГУ учебной литературы, монографий, программ к курсам, учебно-методических пособий, тестовых заданий и т. д. Разрабатывается и поддерживается ИВЦ ДГУ.

## **Интернет ресурсы:**

- [www. elsevierscience.ru](http://www.elsevierscience.ru)
- [www. edu.ru](http://www. edu.ru)
- [www. window.edu.ru](http://www. window.edu.ru)
- [www.nisrussia.ru](http://www.nisrussia.ru)
- [www.neicon.ru](http://www.neicon.ru)
- [www.springerlink.cjm.journsis](http://www.springerlink.cjm.journsis)

-

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

Самостоятельная работа студентов реализуется в виде:

- подготовки к контрольным работам;
- подготовки к семинарским (практическим) занятиям;
- оформления лабораторно-практических работ (заполнение таблиц, решение задач, написание выводов);
- выполнения индивидуальных заданий по основным темам дисциплины; написание рефератов по проблемам дисциплины "Физика атома".
- обязательное посещение лекций ведущего преподавателя;
- лекции – основное методическое руководство при изучении дисциплины,
- наиболее оптимальным образом структурированное и скорректированное на современный материал;
- в лекции глубоко и подробно, аргументировано и методологически строго рассматриваются главные проблемы темы;
- в лекции даются необходимые разные подходы к исследуемым проблемам;

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

## **12. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

Основными средствами обучения для проведения практических и лабораторных занятий являются лабораторные установки, и учебно-методические руководства к выполнению лабораторных работ:

**1. Учебно-научный комплекс по нанотехнологии (сканирующая зондовая микроскопия).** Учебно-научный комплекс состоит из двух учебных сканирующих зондовых микроскопов NanoEducator (НаноЭдюкатор) и одной исследовательской нанолаборатории Ntegra Spectra (Интегра\_Спектра).

NanoEducator (Нано Эдюкатор) - является базовым сканирующим зондовым микроскопом для обучения студентов основам сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ). Прилагается лабораторный практикум с набором учебных образцов. Возможно использование в научно-

исследовательских целях и ориентирован на студенческую аудиторию.

**2. Атомно – силовой микроскоп Ntegra Spectra (Интегра\_Спектра),** который объединяет в себе возможности сканирующих зондовых микроскопов (СЗМ) с конфокальной микроскопией и спектроскопией комбинационного рассеяния (КР). Благодаря эффекту гигантского усиления КР позволяет проводить спектроскопию и получать оптические спектры с пространственным разрешением по поверхности образца 50 нм. Система способна работать в режиме регистрации пространственного трехмерного распределения спектров люминесценции и комбинационного рассеяния света, а также в различных режимах сканирующей зондовой микроскопии.

2. При изложении теоретического материала используется учебная аудитория, снабженной мультимедийными средствами для представления компьютерных презентаций лекций