


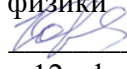


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП  
 Огнев А.В.



«УТВЕРЖДАЮ»  
Директор департамента  
общей и экспериментальной  
физики  
 Короченцев В.В.  
«12» февраля 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Организация научно-исследовательской работы**

Направление подготовки 03.04.02 «Физика»

(Прикладная физика (совместно с НИЦ "Курчатовский институт" и ИАПУ ДВО РАН))

**Форма подготовки очная**

курс 2 семестр 3  
лекции 16 час.  
практические занятия 16 час.  
лабораторные работы 0 час.  
всего часов аудиторной нагрузки 36 час.  
самостоятельная работа 76 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 0 час.  
контрольные работы (количество) не предусмотрены  
курсовая работа/курсовой проект не предусмотрены  
зачет не предусмотрен  
экзамен 3 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки по направлению подготовки 03.04.02 Физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07 августа 2020 г. № 914.

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента общей и экспериментальной физики ШЕН ДФУ, протокол № 3 от «05» февраля 2021 г.

Директор департамента: к.х.н., доцент, Короченцев В.В.

Составитель: канд. пед. наук, доцент Иванова Е.Б.

Владивосток  
2021

**Оборотная сторона титульного листа РПД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200 г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200 г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## Цели и задачи освоения дисциплины:

**Цель:** Получение студентами практических навыков по применению фундаментальных знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, компетенций, способствующих устойчивости обучающихся на рынке труда.

### Задачи:

- освоение основных приемов организации командной работы, научно-исследовательских команд (лабораторий);
- формирование навыков организации самостоятельной и коллективной научно-исследовательской деятельности;
- изучение методов решения научных задач в области физики и оценки значимости получаемых результатов;
- постановка задач профессиональной деятельности.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Командная работа и лидерство	УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК 3.1 формирует стратегию командной работы на основе совместного обсуждения целей и направлений деятельности для их реализации
		УК 3.2 организует работу команды с учетом объективных условий (технология, внешние факторы, ограничения), индивидуальных особенностей поведения и возможностей членов команды
		УК 3.3 обеспечивает выполнение поставленных задач на основе мониторинга командной работы и своевременного реагирования на существенные отклонения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
УК 3.1 формирует стратегию командной работы на основе совместного обсуждения целей и направлений деятельности для их реализации	<i>Знает</i> типологию, факторы и методики формирования команд, способы социального взаимодействия; <i>Умеет</i> разрабатывать стратегию командной работы на основе совместного обсуждения целей в рамках своей роли <i>Владеет</i> навыками выработки командной стратегии для достижения поставленной цели
УК 3.2 организует работу команды с учетом объективных условий (технология, внешние факторы, ограничения),	<i>Знает</i> структуру процесса обмена информацией, знаниями и опытом с членами команды для организации работы с учетом объективных условий; <i>Умеет</i> организовывать работу коллектива, управлять им,

индивидуальных особенностей поведения и возможностей членов команды	учитывая возможности членов команды, а так же параметры, технологии и другие внешние факторы, и ограничения; <i>Владеет</i> основными приемами организации работы команды для достижения командной стратегии
УК 3.3 обеспечивает выполнение поставленных задач на основе мониторинга командной работы и своевременного реагирования на существенные отклонения	<i>Знает</i> требования к нормам и установленным правилам командной работы, методы мониторинга командной работы; <i>Умеет</i> оценивать действия коллектива, своевременно реагировать на существенные отклонения от поставленных задач на основе всестороннего мониторинга; <i>Владеет</i> навыками распределения ролей в условиях командного взаимодействия, мониторинга командной работы

**Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:**

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
	<b>ОПК-1</b> Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности	ОПК-1.1 решает научно-исследовательские задачи посредством применения фундаментальных знаний в области физики
	<b>ОПК-2</b> Способен в сфере своей профессиональной деятельности организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики	ОПК-2.1 ставит задачи, выбирает и применяет современные методы решения научных задач по тематике научных исследований, оценивает значимость получаемых результатов
		ОПК-2.2 осуществляет организационное управление научно-исследовательскими работами, научным коллективом
		ОПК-2.3 применяет на практике методы поиска, оценки и выбора эффективных решений в области физики
<b>ОПК-3</b> Способен применять знания в области информационных технологий, использовать современные компьютерные сети, программные продукты и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет») для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки	ОПК-3.1 осуществляет систематизацию научно-технической информации по исследуемой проблеме с использованием информационных технологий	
	ОПК-3.2 применяет Интернет-технологии, проблемно-ориентированные прикладные программные средства и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» в профессиональной сфере деятельности	
	ОПК-3.3 применяет навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	
<b>ОПК-4</b> Способен определять сферу внедрения результатов	ОПК-4.1 предлагает новые идеи, совершенствует подходы к решению	

	научных исследований в области своей профессиональной деятельности	инновационных задач, оценивает значимость получаемых результатов
		ОПК-4.2 определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов
		ОПК-4.3 определяет возможные пути и сферы внедрения в практику результатов научных исследований

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ОПК-1.1 решает научно-исследовательские задачи посредством применения фундаментальных знаний в области физики	Знает основные понятия, идеи, методы, связанные с дисциплинами фундаментальной физики; математические и физические подходы, применяемые для описания явлений; методы решения актуальных и значимых проблем физики; профессиональную терминологию; Умеет самостоятельно находить взаимосвязь между различными понятиями, применять методы фундаментальной и прикладной физики для решения научно-исследовательских задач Владеет навыками решения поставленных задач посредством применения фундаментальных знаний в области физики
ОПК-2.1 ставит задачи, выбирает и применяет современные методы решения научных задач по тематике научных исследований, оценивает значимость получаемых результатов	Знает основные методы научных исследований, методы оценивания значимости получаемых результатов Умеет правильно ставить задачи по выбранной тематике, выбирать для исследования необходимые методы Владеет методами решения научных задач в области физики, навыками оценки значимости получаемых результатов
ОПК-2.2 осуществляет организационное управление научно-исследовательскими работами, научным коллективом	Знает способы и методы проведения эксперимента и его интерпретации, основы управления научно-исследовательскими работами, основные принципы управления научным коллективом Умеет выбирать и применять необходимые методы для исследования; управлять научно-исследовательскими работами и персоналом: ставить задачи; контролировать выполнение календарных планов и корректировать их при изменении технических заданий; контролировать исполнение регламентов, правильность ведения записей, документирующих операции контроля, измерения и испытания Владеет навыками планирования и организации научно-исследовательских работ и деятельности персонала, осуществляющего отдельные операции контроля, измерения или испытания материалов
ОПК-2.3 применяет на практике методы поиска, оценки и выбора эффективных решений в области физики	Знает основные методы поиска, оценки и выбора эффективных решений прикладных задач в области профессиональной деятельности Умеет применять современные методы и технологии для проведения комплексного исследования научной или технической проблемы с целью выбора подходящей модели для решения конкретной прикладной задачи в области физики Владеет навыками профессионального мышления, необходимыми для адекватного использования методов современной физики в теоретических и прикладных задачах; современными методами поиска, оценки и выбора эффективных решений профессиональных задач

<p>ОПК-3.1 осуществляет систематизацию научно-технической информации по исследуемой проблеме с использованием информационных технологий</p>	<p>Знает профессиональную терминологию, основные принципы, методы и средства анализа научно-технической профессиональной информации, выделения в ней главного, структурирования, представления ее в виде аналитических обзоров          Умеет применять принципы, методы и средства анализа и структурирования профессиональной информации в своей предметной области          Владеет навыками использования современных информационных технологий при систематизации научно-технической профессиональной информации в своей предметной области</p>
<p>ОПК-3.2 применяет Интернет-технологии, проблемно-ориентированные прикладные программные средства и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» в профессиональной сфере деятельности</p>	<p>Знает пакеты прикладных программ, относящиеся к профессиональной сфере, основные Интернет-технологии, а так же проблемно-ориентированные прикладные программные средства и ресурсы сети «Интернет» в области физики          Умеет выбирать и использовать проблемно-ориентированные прикладные программы и пакеты для решения исследовательских и инженерных задач;          Владеет методами решения задач обработки и представления информации используя Интернет-технологии и прочие программные источники</p>
<p>ОПК-3.3 применяет навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</p>	<p>Знает методы теоретического и экспериментального исследования          Умеет применять методы теоретического и экспериментального анализа исследуемых объектов, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте          Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования и оценки эффективности выбранного метода</p>
<p>ОПК-4.1 предлагает новые идеи, совершенствует подходы к решению инновационных задач, оценивает значимость получаемых результатов</p>	<p>Знает достижения науки и техники, передовой отечественной и зарубежной опыт в области знаний, соответствующей выполняемой работе          Умеет использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инновационных задач, оценивать компоненты профессиональной деятельности и значимость результатов          Владеет методами визуализации результатов работы с применением современного программного обеспечения с учетом требований информационной безопасности</p>
<p>ОПК-4.2 определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов</p>	<p>Знает рациональные приемы поиска новой научно-технической информации          Умеет определять приоритеты профессиональной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки          Владеет современными методами обработки полученных данных; навыками визуализации результатов работы с применением современного программного обеспечения</p>
<p>ОПК-4.3 определяет возможные пути и сферы внедрения в практику результатов научных исследований</p>	<p>Знает принципы деловой этики для установления научных контактов способствующих совместным исследованиям и сотрудничеству, внедрению в практику полученных результатов          Умеет совершенствовать подходы для решения инженерных задач, устанавливая научные контакты          Владеет навыками применения инновационных подходов при проведении совместных научных исследований</p>

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Организационно-управленческий	<b>ПК-7</b> Способен к организации научно-исследовательских команд (лабораторий), планирование стратегии их развития	ПК-7.1 применяет методы планирования и организации деятельности научных подразделений ПК-7.2 формирует научно-исследовательские команды (лаборатории) и выбирает инструменты планирования стратегии их развития

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-7.1 применяет методы планирования и организации деятельности научных подразделений	Знает методологию и принципы руководства деятельностью научного подразделения, этапы планирования деятельности подразделения
	Умеет вести организационно-управленческую работу в коллективе на высоком уровне, планировать деятельность научного подразделения, принимать решения
	Владеет навыками планирования и принципами руководства деятельностью научных подразделений, информацией о формах ответственности за принятые решения
ПК-7.2 формирует научно-исследовательские команды (лаборатории) и выбирает инструменты планирования стратегии их развития	Знает принципы формирования научно-исследовательской команды (лаборатории), методы и подходы к планированию стратегии их развития
	Умеет формировать научно-исследовательскую команду, планировать стратегию развития
	Владеет инструментами планирования стратегии развития научно-исследовательской команды (лаборатории), навыками использования особенностей, специфики работы и способов руководства при формировании научно-исследовательских команд (лаборатории)

## 1. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы 108 академических часов, в том числе 32 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и 76 академических часов на самостоятельную работу обучающихся (том числе 36 час. на подготовку к экзамену).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам).

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции

Пр	Практические занятия
СР:	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
в том числе контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

### Структура дисциплины:

#### Форма обучения – очная

	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Контроль из часов на СР	Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР		
1	Раздел 1. Формирование структур от низкоразмерных до объёмных	3	6		6		20	Экзамен	
2	Раздел 2. Формирование тонких структур на подложках разного типа	3	10		10		20		
3	Промежуточная аттестация (экзамен)	2	-		-		36		
	Итого:		16		16		76		

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Формирование структур от низкоразмерных до объёмных	Нульмерная структура (магические кластеры) на поверхности полупроводника. Одномерная структура (нанопроволоки) на поверхности полупроводника. Двумерная структура (поверхностная реконструкция) на поверхности полупроводника.
2	Формирование тонких структур на подложках разного типа	Тонкая плёнка на поверхности полупроводника. Многослойная структура со встроенными нанокристаллами на поверхности полупроводника (нанокристаллы либо локализованы на поверхности слоёв, либо распределены в объёме структуры). Многослойная гетероструктура. Плёнка на поверхности диэлектрика. Плёнка на поверхности металла.

## 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

№ п/п	Наименование темы занятия	Содержание темы занятия
1	Занятие 1.1. Нульмерная	Нульмерные наноструктуры. Формирование



	структура (магические кластеры) на поверхности полупроводника: формирование, свойства	одномерных наноструктур. Формирование магических кластеров на поверхности полупроводника при различных условиях. Электронные свойства.
2	Занятие 1.2. Одномерная структура(нанопроволоки) на поверхности полупроводника: формирование, свойства	Использование полупроводниковых материалов типа A <sup>III</sup> B <sup>V</sup> для изготовления нанопроволок. Экспериментальное исследование свойств нанопроволоки на поверхности полупроводника.
3	Занятие 1.3. Двумерная структура (поверхностная реконструкция) на поверхности полупроводника: формирование, свойства	Реконструкция поверхности, методы исследования реконструкции. Поверхностная реконструкция на поверхности полупроводника. Изменения структуры на поверхности полупроводников. Реконструктивная перестройка. Структура, образующаяся после реконструкции.
4	Занятие 2.1. Тонкая плёнка на поверхности полупроводника: формирование, свойства	Образование тонких пленок на поверхности полупроводника. Стадии формирования тонких пленок на поверхности полупроводника. Свойства тонкой пленки.
5	Занятие 2.2. Многослойная структура со встроенными нанокристаллами на поверхности полупроводника (нанокристаллы либо локализованы на поверхности слоёв, либо распределены в объёме структуры): формирование, свойства	Гетероструктура №2: трёхслойная гетероструктура со встроенными нанокристаллами GaSb на поверхности Si подложки. Формирование гетероструктуры. Оценка влияния количества слоёв нанокристаллов GaSb в гетероструктуре на шероховатость поверхности. Оценка влияния количества слоёв нанокристаллов GaSb в гетероструктуре на величину фотоотклика.
6	Занятие 2.3. Многослойная гетероструктура: формирование, свойства	Гетероструктура №1: двухслойная гетероструктура со встроенными нанокристаллами GaSb на поверхности Si подложки. Формирование гетероструктуры в ростовой установке в условиях вакуума, при давлении остаточных газов не выше 10 <sup>-9</sup> Тор.
7	Занятие 2.4. Плёнка на поверхности диэлектрика: формирование, свойства	Пленочные диэлектрические материалы. Образование пленки на поверхности диэлектрика. Этапы развития исследований структуры и свойств поверхности диэлектрика и пленок. Диэлектрические пленки и методы их получения. Технология формирования диэлектрических пленок.
8	Занятие 2.5. Плёнка на поверхности металла: формирование, свойства	Формирование пленок на твердой межфазной поверхности. Сплошные пленки. Условие сплошности. Структурное соответствие между пленкой и металлом. Основные этапы формирования тонкопленочных слоев на поверхности металла.

### План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№	Дата/сроки	Вид самостоятельной	Примерные	Форма контроля
---	------------	---------------------	-----------	----------------

п/п	выполнения	работы	нормы времени на выполнение	
1	в течение семестра	Работа с основной и дополнительной литературой, интернет-источниками. Подготовка к практическим занятиям.	40 час.	УО-1 Собеседование
3	в течение семестра	Подготовка к экзамену	36 час.	Экзамен
		ИТОГО	76 час.	

#### 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

##### Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студентов является неотъемлемой частью образовательного процесса и рассматривается как организационная форма обучения. Самостоятельная работа по дисциплине осуществляется в виде внеаудиторных форм познавательной деятельности.

##### *Работа с литературой.*

Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем.

В процессе выполнения самостоятельной работы, в том числе при подготовке к практическим занятиям рекомендуется работать со следующими видами изданий:

а) Научные издания, предназначенные для научной работы и содержащие теоретические, экспериментальные сведения об исследованиях. Они могут публиковаться в форме: монографий, научных статей в журналах или в научных сборниках;

б) Учебная литература подразделяется на:

- учебные издания (учебники, учебные пособия, тексты лекций), в которых содержится наиболее полное системное изложение дисциплины или какого-то ее раздела;

- справочники, словари и энциклопедии – издания, содержащие краткие сведения научного или прикладного характера, не предназначенные для сплошного чтения. Их цель – возможность быстрого получения самых общих представлений о предмете.

*Самостоятельная работа* включает в себя повторение теоретического и практического материала дисциплины, заслушиваемого и конспектируемого в ходе аудиторных занятий; изучение основной и дополнительной литературы, указанной в рабочей программе дисциплины, самоконтроль ответов на основные проблемные вопросы по темам занятий; подготовку доклада/сообщения.

Результаты самостоятельной работы представляются в виде ответов на основные положения теоретического и практического материала дисциплины по темам; собственных действий, осуществляемых в ходе подготовки к практическим занятиям и выполнению практических заданий.

Студенту необходимо подробно изучить вопросы практического занятия, соответствующую литературу, требования к содержанию и структуре задания. Студент должен определить и усвоить ключевые понятия и представления. В случае возникновения трудностей студент должен и может обратиться за консультацией к преподавателю.

### **Критерии оценки выполнения самостоятельной работы**

Общие критерии оценки выполнения самостоятельной работы – правильность ответов на вопросы по темам теоретической части дисциплины, верность получаемых ответов в ходе практических занятий, достижение правильного результата при осуществлении собственных действий.

Оценивание знаний в форме собеседования проводится по критериям:

- логичность изложения, знание и понимание основных аспектов и дискуссионных проблем по теме;
- владение методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов по теме.

Оценивание знаний в форме практического задания проводится по критериям:

- использование данных отечественной и зарубежной литературы, источников Интернет, передовой практики;
- объем и правильность изложения полученного результата, умение синтезировать, анализировать, обобщать фактический материал с формулированием конкретного результата.
- отсутствие фактических ошибок.

## **5. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

№ п/п	Контролируемые разделы/ темы дисциплин	Код и наименование индикатора достижения	Результаты обучения	Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная

	ы				аттестация
1.	Раздел 1	УК 3.1 формирует стратегию командной работы на основе совместного обсуждения целей и направлений деятельности для их реализации	<i>Знает</i> типологию, факторы и методики формирования команд, способы социального взаимодействия; <i>Умеет</i> разрабатывать стратегию командной работы на основе совместного обсуждения целей в рамках своей роли <i>Владеет</i> навыками выработки командной стратегии для достижения поставленной цели	УО-1 собеседование	экзамен
		УК 3.2 организует работу команды с учетом объективных условий (технология, внешние факторы, ограничения), индивидуальных особенностей поведения и возможностей членов команды	<i>Знает</i> структуру процесса обмена информацией, знаниями и опытом с членами команды для организации работы с учетом объективных условий; <i>Умеет</i> организовывать работу коллектива, управлять им, учитывая возможности членов команды, а также параметры, технологии и другие внешние факторы, и ограничения; <i>Владеет</i> основными приемами организации работы команды для достижения командной стратегии	УО-1 собеседование	
		УК 3.3 обеспечивает выполнение поставленных задач на основе мониторинга командной работы и своевременного реагирования на существенные отклонения	<i>Знает</i> требования к нормам и установленным правилам командной работы, методы мониторинга командной работы; <i>Умеет</i> оценивать действия коллектива, своевременно реагировать на существенные отклонения от поставленных задач на основе всестороннего мониторинга; <i>Владеет</i> навыками распределения ролей в условиях командного взаимодействия, мониторинга командной работы	УО-1 собеседование	
2.		ПК-7.1 применяет методы планирования и организации деятельности научных подразделений	<i>Знает</i> методологию и принципы руководства деятельностью научного подразделения, этапы планирования деятельности подразделения <i>Умеет</i> вести организационно-управленческую работу в коллективе на высоком уровне, планировать деятельность научного подразделения, принимать решения <i>Владеет</i> навыками планирования и принципами руководства деятельностью научных подразделений, информацией о формах ответственности за принятые решения	УО-1 собеседование  ПР-11 практическое задание	экзамен
		ПК-7.2 формирует научно-исследовательские команды (лаборатории) и выбирает инструменты планирования стратегии их развития	<i>Знает</i> принципы формирования научно-исследовательской команды (лаборатории), методы и подходы к планированию стратегии их развития <i>Умеет</i> формировать научно-исследовательскую команду, планировать стратегию развития <i>Владеет</i> инструментами планирования стратегии развития	УО-1 собеседование	

			научно-исследовательской команды (лаборатории), навыками использования особенностей, специфики работы и способов руководства при формировании научно-исследовательские команды (лаборатории)		
3.	Разделы 1-2	ОПК-1.1 решает научно-исследовательские задачи посредством применения фундаментальных знаний в области физики	<i>Знает</i> основные понятия, идеи, методы, связанные с дисциплинами фундаментальной физики; математические и физические подходы, применяемые для описания явлений; методы решения актуальных и значимых проблем физики; профессиональную терминологию; <i>Умеет</i> самостоятельно находить взаимосвязь между различными понятиями, применять методы фундаментальной и прикладной физики для решения научно-исследовательских задач <i>Владеет</i> навыками решения поставленных задач посредством применения фундаментальных знаний в области физики	УО-1 собеседование  ПР-11 практическое задание	экзамен
4.	Разделы 1-2	ОПК-2.1 ставит задачи, выбирает и применяет современные методы решения научных задач по тематике научных исследований, оценивает значимость получаемых результатов	<i>Знает</i> основные методы научных исследований, методы оценивания значимости получаемых результатов <i>Умеет</i> правильно ставить задачи по выбранной тематике, выбирать для исследования необходимые методы <i>Владеет</i> методами решения научных задач в области физики, навыками оценки значимости получаемых результатов	УО-1 собеседование  ПР-11 практическое задание	экзамен
		ОПК-2.2 осуществляет организационное управление научно-исследовательскими работами, научным коллективом	<i>Знает</i> способы и методы проведения эксперимента и его интерпретации, основы управления научно-исследовательскими работами, основные принципы управления научным коллективом <i>Умеет</i> выбирать и применять необходимые методы для исследования; управлять научно-исследовательскими работами и персоналом: ставить задачи; контролировать выполнение календарных планов и корректировать их при изменении технических заданий; контролировать исполнение регламентов, правильность ведения записей, документирующих операции контроля, измерения и испытания <i>Владеет</i> навыками планирования и организации научно-исследовательских работ и деятельности персонала, осуществляющего отдельные операции контроля, измерения или испытания материалов	УО-1 собеседование  ПР-11 практическое задание	

5.		ОПК-2.3 применяет на практике методы поиска, оценки и выбора эффективных решений в области физики	<p><i>Знает</i> основные методы поиска, оценки и выбора эффективных решений прикладных задач в области профессиональной деятельности</p> <p><i>Умеет</i> применять современные методы и технологии для проведения комплексного исследования научной или технической проблемы с целью выбора подходящей модели для решения конкретной прикладной задачи в области физики</p> <p><i>Владеет</i> навыками профессионального мышления, необходимыми для адекватного использования методов современной физики в теоретических и прикладных задачах; современными методами поиска, оценки и выбора эффективных решений профессиональных задач</p>	<p>УО-1 собеседование</p> <p>ПР-11 практическое задание</p>	
6.	Разделы 1-2	ОПК-3.1 осуществляет систематизацию научно-технической информации по исследуемой проблеме с использованием информационных технологий	<p><i>Знает</i> профессиональную терминологию, основные принципы, методы и средства анализа научно-технической профессиональной информации, выделения в ней главного, структурирования, представления ее в виде аналитических обзоров</p> <p><i>Умеет</i> применять принципы, методы и средства анализа и структурирования профессиональной информации в своей предметной области</p> <p><i>Владеет</i> навыками использования современных информационных технологий при систематизации научно-технической профессиональной информации в своей предметной области</p>	<p>УО-1 собеседование</p> <p>ПР-11 практическое задание</p>	экзамен
ОПК-3.2 применяет Интернет-технологии, проблемно-ориентированные прикладные программные средства и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» в профессиональной сфере деятельности		<p><i>Знает</i> пакеты прикладных программ, относящиеся к профессиональной сфере, основные Интернет-технологии, а так же проблемно-ориентированные прикладные программные средства и ресурсы сети «Интернет» в области физики</p> <p><i>Умеет</i> выбирать и использовать проблемно-ориентированные прикладные программы и пакеты для решения исследовательских и инженерных задач;</p> <p><i>Владеет</i> методами решения задач обработки и представления информации используя Интернет-технологии и прочие программные источники</p>	<p>УО-1 собеседование</p> <p>ПР-11 практическое задание</p>		
ОПК-3.3 применяет навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной		<p><i>Знает</i> методы теоретического и экспериментального исследования</p> <p><i>Умеет</i> применять методы теоретического и экспериментального анализа исследуемых объектов, в том числе в новой или незнакомой среде и в</p>	<p>УО-1 собеседование</p> <p>ПР-11</p>		

		деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	междисциплинарном контексте <i>Владеет</i> навыками теоретического и экспериментального исследования и оценки эффективности выбранного метода	практическое задание	
7.	Разделы 1-2	ОПК-4.1 предлагает новые идеи, совершенствует подходы к решению инновационных задач, оценивает значимость получаемых результатов	<i>Знает</i> достижения науки и техники, передовой отечественный и зарубежный опыт в области знаний, соответствующей выполняемой работе <i>Умеет</i> использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инновационных задач, оценивать компоненты профессиональной деятельности и значимость результатов <i>Владеет</i> методами визуализации результатов работы с применением современного программного обеспечения с учетом требований информационной безопасности	УО-1 собеседование  ПР-11 практическое задание	экзамен
ОПК-4.2 определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов		<i>Знает</i> рациональные приемы поиска новой научно-технической информации <i>Умеет</i> определять приоритеты профессиональной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки <i>Владеет</i> современными методами обработки полученных данных; навыками визуализации результатов работы с применением современного программного обеспечения	УО-1 собеседование  ПР-11 практическое задание		
ОПК-4.3 определяет возможные пути и сферы внедрения в практику результатов научных исследований		<i>Знает</i> принципы деловой этики для установления научных контактов способствующих совместным исследованиям и сотрудничеству, внедрению в практику полученных результатов <i>Умеет</i> совершенствовать подходы для решения инженерных задач, устанавливать научные контакты <i>Владеет</i> навыками применения инновационных подходов при проведении совместных научных исследований	УО-1 собеседование  ПР-11 практическое задание		

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе ФОС.

## **6. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Величко, А. А. Методы исследования микроэлектронных и нанозлектронных материалов и структур. Часть II [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Величко А.А., Филимонова Н.И. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 227 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45105.html>
2. Витязь, П. А. Наноматериаловедение [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Витязь П.А., Свидунович Н.А., Куис Д.В. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Вышэйшая школа, 2015. — 512 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35501.html>
3. Природа невоспроизводимости структуры и свойств материалов для микро- и нанозлектроники [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Н.В. Бодягин [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2019. — 70 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79783.html>
4. Сергеев, Н. А. Физика наносистем [Электронный ресурс]: монография/ Сергеев Н.А., Рябушкин Д.С.— Электрон. текстовые данные. — М.: Логос, 2016.— 192 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66410.html>
5. Филимонова Н.И. Методы исследования микроэлектронных и нанозлектронных материалов и структур. Сканирующая зондовая микроскопия. Часть I [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Филимонова Н.И., Кольцов Б.Б.— Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. — 134 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45104.html>

#### **Дополнительная литература**

1. Беркин, А. Б. Физические основы вакуумной техники [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Беркин А.Б., Василевский А.И.— Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 84 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45189.html>
2. Вознесенский, Э. Ф. Методы структурных исследований материалов. Методы микроскопии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Вознесенский Э.Ф., Шарифуллин Ф.С., Абдуллин И.Ш. — Электрон. текстовые данные. —



Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. — 184 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61986.html>

3. Головин, Ю. И. Основы нанотехнологий [Электронный ресурс]/ Головин Ю.И.— Электрон. текстовые данные. — М.: Машиностроение, 2012.— 656 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18532.html>

4. Орлова, М. Н. Нанозлектроника [Электронный ресурс]: курс лекций/ Орлова М.Н., Борzych И.В.— Электрон. текстовые данные. — М.: Издательский Дом МИСиС, 2013. — 50 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56246.html>

5. Шабатина, Т. И. Нанохимия и наноматериалы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Шабатина Т.И., Голубев А.М. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2014. — 64 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30893.html>

#### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Официальный сайт отдела физики поверхности ИАПУ ДВО РАН. <http://ntc.dvo.ru/lecture/>

2. База статей по физике поверхности и наноструктурам <http://silicon.dvo.ru/library/>

3. Атлас спектров оже-электронной спектроскопии разных химических элементов <http://silicon.dvo.ru/aes/album.php>

4. База изображений дифракции медленных электронов для периодических структур <http://silicon.dvo.ru/leed/leed.php>

#### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используется общее программное обеспечение (Windows XP, Microsoft Office и др.).

#### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. ЭБС ДВФУ - <https://www.dvfu.ru/library/electronic-resources/>

2. Доступ к электронному заказу книг в библиотеке ДВФУ - <http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?theme=FEFU>
3. Электронная библиотечная система «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
4. Электронная библиотечная система «Консультант студента»: <http://www.studentlibrary.ru>
5. Электронная библиотечная система «eLIBRARY.RU»: <http://www.elibrary.ru/>
6. Электронная библиотечная система «Юрайт»: <http://www.urait.ru/ebs>
7. Электронная библиотечная система «Znanium»: <http://znanium.com/>
8. Электронная библиотечная система IPRbooks: <http://iprbookshop.ru/>
9. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://diss.rsl.ru/>
10. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.ur01>
11. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
12. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>

## **7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Основной формой работы при изучении дисциплины являются лекционные и практические занятия.

При организации учебной деятельности на лекционных занятиях широко используются как традиционные, так и современные электронные носители информации, а также возможности информационных и коммуникационных образовательных технологий.

Цели лекционных занятий:

- создать условия для углубления и систематизации знаний по управлению проектами;
- научить студентов использовать полученные знания для решения задач профессионального характера.

Лекционные и практические занятия проводятся в учебной группе.

Со стороны преподавателя студентам оказывается помощь в формировании навыков работы с литературой, анализа литературных источников.

Следует учитывать, что основной объем информации студент должен усвоить в ходе систематической самостоятельной работы с материалами, размещенными как на электронных, так и на традиционных носителях.

Для углубленного изучения материала курса дисциплины рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу.

Литературные источники доступны обучаемым в научной библиотеке (НБ) ДВФУ, а также в электронных библиотечных системах (ЭБС), с доступом по гиперссылкам — ЭБС издательства "Лань" (<http://e.lanbook.com/>), ЭБС Znanium.com НИЦ "ИНФРА-М" (<http://znanium.com/>), ЭБС IPRbooks (<http://iprbookshop.ru/>) и другие ЭБС, используемые в ДВФУ <https://www.dvfu.ru/library/electronic-resources/>

Формами текущего контроля результатов работы студентов по дисциплине являются собеседование и практические задания.

Итоговый контроль по дисциплине осуществляется в форме экзамена в конце 3 семестра.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

ДВФУ располагает соответствующей материально-технической базой, включая современную вычислительную технику, объединенную в локальную вычислительную сеть, имеющую выход в Интернет.

Используются специализированные компьютерные классы, оснащенные современным оборудованием. Материальная база соответствует действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивает проведение всех видов занятий (лабораторной, практической, дисциплинарной и междисциплинарной подготовки) и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом.

### Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

<b>Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины</b> Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 502. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 30) Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA – 1 шт. Доска аудиторная.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012.
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. А (Лит. П), Этаж 10, каб. А1017. Аудитория для самостоятельной работы	Оборудование: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox	IBM SPSS Statistics Premium Campus Edition. Поставщик ЗАО Прогностические решения. Договор ЭА-442-15 от 18.01.2016 г., лот 5. Срок действия договора с 30.06.2016 г. Лицензия - бессрочно. SolidWorks Campus 500.

	WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.)	Поставщик Солид Воркс Р. Договор 15-04-101 от 23.12.2015 г. Срок действия договора с 15.03.2016 г. Лицензия - бессрочно. АСКОН Компас 3D v17. Поставщик Нави-ком. Договор 15-03-53 от 20.12.2015 г. Срок действия договора с 31.12.2015 г. Лицензия - бессрочно. MathCad Education Universety Edition. Поставщик Софт Лайн Трейд. Договор 15-03-49 от 02.12.2015 г. Срок действия договора с 30.11.2015 г. Лицензия - бессрочно. Windows Edu Per Device 10 Education. Поставщик Microsoft. Договор № ЭА-261-18 от 30.06.2018 г. Под-писка. Срок действия договора с 30.06.2018 г. Лицензия - 30.06.2020 г. Office Professional Plus 2019. Поставщик Microsoft. Договор № ЭА-261-18 от 30.06.2018 г. Подписка. Срок действия договора с 30.06.2018 г. Лицензия - бессрочно. Autocad 2018. Поставщик Autodesk. Договор № 110002048940 от 27.10.2018 г. Сетевая, конкурентная. Срок действия договора с 27.10.2018 г. Лицензия - 27.10.2021 г. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012.
--	-----------------------------------	--

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

## **9. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**Текущая аттестация студентов по дисциплине** проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме собеседования по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

Для текущего контроля систематически используется проведение собеседований. Прослушиваются и оцениваются ответы на вопросы.

Для дисциплины используются следующие оценочные средства:

1. Собеседование (УО-1)
2. Практические задания (ПР-11)

Собеседование (УО-1) – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

#### **Перечень вопросов для проведения собеседования**

1. Способ очистки подложки в ростовой установке.
2. Методы контроля качества очистки подложки в ростовой установке.
3. Методы определения скорости осаждения вещества в ростовой установке.
4. Методы определения температуры образца в ростовой установке.
5. Определение элементного состава поверхности исследуемого образца по спектру оже-электронной спектроскопии.
6. Определение энергии объёмного и поверхностного плазмонов по спектру характеристических потерь энергии электронов.
7. Определение периодов поверхности (или постоянных решётки) для сформированной низкоразмерной структуры по изображению дифракции медленных электронов.
8. Определение размеров нанобъектов, их концентрации и доли площади ими занятой, а также шероховатости поверхности из изображения рельефа поверхности.
9. Особенности получение изображения сканирующей туннельной микроскопии от поверхности сформированного образца (низкоразмерной структуры).

10. Определение суммарной площади островков на изображении сканирующей туннельной микроскопии от поверхности сформированного образца (низкоразмерной структуры).

11. Особенности получения спектра фотоэмиссионной спектроскопии с угловым разрешением от поверхности сформированного образца (низкоразмерной структуры).

12. Определение расщепления уровней в валентной зоне на спектре фотоэмиссионной спектроскопии с угловым разрешением от поверхности сформированного образца (низкоразмерной структуры).

13. Построение контура Ферми уровня для поверхности сформированного образца (низкоразмерной структуры) с помощью фотоэмиссионной спектроскопии с угловым разрешением.

14. Определение энергии фононов из спектра комбинационного рассеяния от сформированного образца.

15. Определение коэрцитивной силы из петли намагниченности полученной для сформированного образца.

16. Определение подвижности и концентрации основных носителей заряда для сформированного образца.

17. Определение коэффициента выпрямления и коэффициента неидеальности из вольтамперной характеристики, полученной для сформированного образца.

18. Определение вклада нанокристаллов (плёнки) на спектре фотоотклика полученном для сформированного образца.

19. Определение вклада нанокристаллов (плёнки) на спектре фотolumинесценции полученном для сформированного образца.

#### *Методические указания к собеседованию.*

УО-1 Собеседование. В процессе собеседования магистранту рекомендуется использовать изученные материалы и конспекты лекций. Во время собеседования оценивается содержательность, правильность ответов на вопросы, нормативность высказывания обучающегося.

#### *Оценивание собеседования проводится по критериям:*

- уровень оперирования научной терминологией;
- понимание информации, различие главного и второстепенного, сущности и деталей.

#### **Критерии оценки (устный ответ)**

100-85 баллов - «отлично», «зачтено» - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать

выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры.

85-76 - баллов - «хорошо», «зачтено» - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

75-61 - балл - «удовлетворительно», «зачтено» – оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

60-50 баллов - «неудовлетворительно» / «незачет» – ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание проблематики изучаемой области.

**Практические задания (ПР-11)** – Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу, а также средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

### **Примеры практических заданий**

Сформировать гетероструктуру в соответствии с требованиями приведёнными ниже.

Гетероструктура №1: двухслойная гетероструктура со встроенными нанокристаллами GaSb на поверхности Si подложки. Нанокристаллы GaSb должны быть локализованы на поверхности слоёв. Формирование

гетероструктуры проводить в ростовой установке в условиях вакуума, при давлении остаточных газов не выше  $10^{-9}$  Тор. В качестве подложки использовать монокристаллический Si p-типа проводимости с удельным сопротивлением 0.1 Ом·см. Буферный слой формировать из монокристаллического Si p-типа проводимости с удельным сопротивлением 2000 Ом·см на очищенной подложке. Толщина буферного слоя должна быть 50 нм. Поверхностная концентрация нанокристаллов GaSb в каждом слое должна быть в диапазоне  $2 \cdot 10^{10}$  -  $7 \cdot 10^{10}$  см<sup>-2</sup>. Первый слой нанокристаллов GaSb формировать сверху буферного слоя. Далее нужно сформировать слой прослойки из монокристаллического Si p-типа проводимости с удельным сопротивлением 2000 Ом·см толщиной 50 нм. Второй слой нанокристаллов GaSb формировать сверху слоя прослойки. Покрывающий слой нужно сформировать сверху второго слоя нанокристаллов GaSb. Он должен быть изготовлен из монокристаллического Si p-типа проводимости с удельным сопротивлением 2000 Ом·см и толщина его - 50 нм. Поверх этого слоя создайте контактный слой из монокристаллического Si n-типа проводимости с удельным сопротивлением 0.001 Ом·см толщиной 300 нм. Выращенную гетероструктуру извлеките из ростовой установки.

*Гетероструктура №2:* трёхслойная гетероструктура со встроенными нанокристаллами GaSb на поверхности Si подложки. Нанокристаллы GaSb должны быть локализованы на поверхности слоёв. Формирование гетероструктуры проводить в ростовой установке в условиях вакуума, при давлении остаточных газов не выше  $10^{-9}$  Тор. В качестве подложки использовать монокристаллический Si p-типа проводимости с удельным сопротивлением 0.1 Ом·см. Буферный слой формировать из монокристаллического Si p-типа проводимости с удельным сопротивлением 2000 Ом·см на очищенной подложке. Толщина буферного слоя должна быть 50 нм. Поверхностная концентрация нанокристаллов GaSb в каждом слое должна быть в диапазоне  $2 \cdot 10^{10}$  -  $7 \cdot 10^{10}$  см<sup>-2</sup>. Первый слой нанокристаллов GaSb формировать сверху буферного слоя. Далее нужно сформировать слой первой прослойки из монокристаллического Si p-типа проводимости с удельным сопротивлением 2000 Ом·см толщиной 30 нм. Второй слой нанокристаллов GaSb формировать сверху слоя первой прослойки. Следом за ним нужно сформировать слой второй прослойки из монокристаллического Si p-типа проводимости с удельным сопротивлением 2000 Ом·см толщиной 30 нм. Третий слой нанокристаллов GaSb формировать сверху слоя второй прослойки. Покрывающий слой нужно сформировать сверху третьего слоя нанокристаллов GaSb. Он должен быть изготовлен из монокристаллического Si p-типа проводимости с удельным сопротивлением 2000 Ом·см и толщина его - 30 нм. Поверх этого слоя создайте контактный



слой из монокристаллического Si n-типа проводимости с удельным сопротивлением 0.001 Ом·см толщиной 250 нм. Выращенную гетероструктуру извлеките из ростовой установки.

Гетероструктура №3: четырёхслойная гетероструктура со встроенными нанокристаллами GaSb на поверхности Si подложки. Нанокристаллы GaSb должны быть локализованы на поверхности слоёв. Формирование гетероструктуры проводить в ростовой установке в условиях вакуума, при давлении остаточных газов не выше  $10^{-9}$  Тор. В качестве подложки использовать монокристаллический Si p-типа проводимости с удельным сопротивлением 0.1 Ом·см. Буферный слой формировать из монокристаллического Si p-типа проводимости с удельным сопротивлением 2000 Ом·см на очищенной подложке. Толщина буферного слоя должна быть 50 нм. Поверхностная концентрация нанокристаллов GaSb в каждом слое должна быть в диапазоне  $2 \cdot 10^{10}$  -  $7 \cdot 10^{10}$  см<sup>-2</sup>. Первый слой нанокристаллов GaSb формировать сверху буферного слоя. Далее нужно сформировать слой первой прослойки из монокристаллического Si p-типа проводимости с удельным сопротивлением 2000 Ом·см толщиной 20 нм. Второй слой нанокристаллов GaSb формировать сверху слоя первой прослойки. Следом за ним нужно сформировать слой второй прослойки из монокристаллического Si p-типа проводимости с удельным сопротивлением 2000 Ом·см толщиной 20 нм. Третий слой нанокристаллов GaSb формировать сверху слоя второй прослойки. Далее нужно сформировать слой третьей прослойки из монокристаллического Si p-типа проводимости с удельным сопротивлением 2000 Ом·см толщиной 20 нм. Четвёртый слой нанокристаллов GaSb формировать сверху слоя третьей прослойки. Покрывающий слой нужно сформировать сверху четвёртого слоя нанокристаллов GaSb. Он должен быть изготовлен из монокристаллического Si p-типа проводимости с удельным сопротивлением 2000 Ом·см и толщина его - 20 нм. Поверх этого слоя создайте контактный слой из монокристаллического Si n-типа проводимости с удельным сопротивлением 0.001 Ом·см толщиной 200 нм. Выращенную гетероструктуру извлеките из ростовой установки.

Исследуйте поверхность выращенных гетероструктур на атомно-силовом микроскопе. Оцените влияние количества слоёв нанокристаллов GaSb в гетероструктуре на шероховатость поверхности. Исследуйте фотоотклик выращенных гетероструктур в диапазоне энергии фотонов 0.5-1.5 эВ на измерительном стенде. Оцените влияние количества слоёв нанокристаллов GaSb в гетероструктуре на величину фотоотклика.

*Требования к представлению и оцениванию материалов (результатов):*

Приступая к выполнению практического задания, прежде всего, студенту необходимо подробно изучить вопросы практического занятия, соответствующую литературу, требования к содержанию и структуре задания. Студент должен определить и усвоить ключевые понятия и представления. В случае возникновения трудностей студент должен и может обратиться за консультацией к преподавателю.

Критерием оценки выполнения практического задания является умение студента синтезировать, анализировать, обобщать фактический материал с формулированием конкретного результата. Оценивается творческий уровень, позволяющий диагностировать умения, интегрировать знания, аргументировать ответ. При оценке учитывается знание основных направлений проведенной работы.

Оценивание результатов выполнения практического задания на практическом занятии проводится при представлении краткого отчета в электронном или письменном виде по двухбалльной шкале: «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он представляет преподавателю краткий отчет, удовлетворяющий требованиям по поставленным заданиям, демонстрирует владение методами и приемами теоретических и/или практических аспектов работы.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он не владеет методами и приемами теоретических и/или практических аспектов, рассматриваемых на занятии, допускает существенные ошибки в работе, представляет неполный отчет по выполнению заданий.

### ***Критерии оценки:***

Уровень освоения	Критерии оценки результатов обучения	Количество баллов / оценка
повышенный	Студент выполнил задание, представил преподавателю краткий отчет, удовлетворяющий требованиям по поставленным заданиям, демонстрирует владение методами и приемами теоретических и/или практических аспектов работы. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет.	100 – 86  Зачтено
базовый	Студент выполнил задание, представил преподавателю краткий отчет, удовлетворяющий требованиям по поставленным заданиям, демонстрирует владение методами и приемами теоретических и/или практических аспектов работы. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Допущены одна-две ошибки при выполнении задания.	85-76  Зачтено
пороговый	Студент выполнил задание, представил	75-61

	преподавателю краткий отчет, удовлетворяющий требованиям по поставленным заданиям, демонстрирует достаточное владение методами и приемами теоретических и/или практических аспектов работы. Допущено не более 3 ошибок в при выполнении задания.	Зачтено
уровень не достигнут	Студент не владеет методами и приемами теоретических и/или практических аспектов, рассматриваемых на занятии, допускает существенные ошибки в работе, представляет неполный отчет по выполнению заданий. Задание не выполнено.	60-0 Не зачтено

**Промежуточная аттестация студентов** по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Форма отчётности по дисциплине – экзамен (3-й, осенний семестр). Студент допускается к экзамену после получения положительных оценок за работы, выполненные в течение семестра (оценочные средства для текущего контроля). Экзамен по дисциплине проводится в форме собеседования.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

### Вопросы к экзамену

1. Способ очистки подложки в ростовой установке.
2. Методы контроля качества очистки подложки в ростовой установке.
3. Методы определения скорости осаждения вещества в ростовой установке.
4. Методы определения температуры образца в ростовой установке.
5. Определение элементного состава поверхности исследуемого образца по спектру оже-электронной спектроскопии.
6. Определение энергии объёмного и поверхностного плазмонов по спектру характеристических потерь энергии электронов.
7. Определение периодов поверхности (или постоянных решётки) для сформированной низкоразмерной структуры по изображению дифракции медленных электронов.
8. Определение размеров нанобъектов, их концентрации и доли площади ими занятой, а также шероховатости поверхности из изображения рельефа поверхности.
9. Особенности получение изображения сканирующей туннельной микроскопии от поверхности сформированного образца (низкоразмерной структуры).

10. Определение суммарной площади островков на изображении сканирующей туннельной микроскопии от поверхности сформированного образца (низкоразмерной структуры).

11. Особенности получения спектра фотоэмиссионной спектроскопии с угловым разрешением от поверхности сформированного образца (низкоразмерной структуры).

12. Определение расщепления уровней в валентной зоне на спектре фотоэмиссионной спектроскопии с угловым разрешением от поверхности сформированного образца (низкоразмерной структуры).

13. Построение контура Ферми уровня для поверхности сформированного образца (низкоразмерной структуры) с помощью фотоэмиссионной спектроскопии с угловым разрешением.

14. Определение энергии фононов из спектра комбинационного рассеяния от сформированного образца.

15. Определение коэрцитивной силы из петли намагниченности полученной для сформированного образца.

16. Определение подвижности и концентрации основных носителей заряда для сформированного образца.

17. Определение коэффициента выпрямления и коэффициента неидеальности из вольтамперной характеристики, полученной для сформированного образца.

18. Определение вклада нанокристаллов (плёнки) на спектре фотоотклика полученном для сформированного образца.

19. Определение вклада нанокристаллов (плёнки) на спектре фотолюминесценции полученном для сформированного образца.

### Критерии выставления оценки студенту на экзамене

Баллы (рейтингов ой оценки)	Оценка (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
86-100	«отлично»	выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
76-85	«хорошо»	выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская

		существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
61-75	«удовлетворительно»	выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических заданий.
0-60	«неудовлетворительно»	выставляется студенту, который не знает значительной части программного «не материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

<b>ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения по дисциплине</b>				
Оценка	2 (неудовлетворительно)	3 (удовлетворительно)	4 (хорошо)	5 (отлично)
виды оценочных средств				
<b>Знания</b> (виды оценочных средств: опрос)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
<b>Умения</b> (виды оценочных средств: практические задания)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности неприципиального характера)	Успешное и систематическое умение
<b>Навыки (владения, опыт деятельности)</b>	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач