

**МИНПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИИ**  
**ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ**  
**УНИВЕРСИТЕТ**

КАФЕДРА ФИЗИКИ И МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.03 «ФИЗИКО-ХИМИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК»**

**Направление подготовки - 44.04.01. Педагогическое образование**

**Направленность (профиль) - Магистерская программа «Физическое образование»**

**Квалификация выпускника: Магистр**

**Форма и срок обучения - заочная (2г. 6м.)**

**Махачкала – 2021**

**Авторы:** Магдиев А.М., доцент, к.ф.-м.н.

\_\_\_\_\_

(подпись)

Дибирова К.С., к.ф.-м.н.

**Рецензент:** Кулибеков Н.А., доцент, к.ф.-м.н.

### **Программа утверждена на заседаниях:**

Кафедры физики и методики преподавания (*протокол № 7 от « 10 » марта 2021 г.*)

Зав. кафедрой: Магомедов Г.М., д.ф.м.н., профессор \_\_\_\_\_

Учёного совета факультета МФИИ (*протокол № 8 от «20 »апреля 2021 г.*)

Председатель Бакмаев А.Ш., к.п.н., доцент \_\_\_\_\_

учебно-методического совета ДГПУ (*протокол № 3 от «31» мая 2021 г.*)

Председатель совета И.А.Дибиров \_\_\_\_\_

© ДГПУ, 2021

© Магдиев А.М.. 2021

© Дибирова К.С. 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины.....	4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы магистратуры.....	5
4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.....	6
5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	7
5.1. Содержание разделов учебной дисциплины (модуля).....	7
5.2. Структура учебной дисциплины (модуля).....	8
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).....	14
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).....	17
7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.....	17
7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.....	20
7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.....	24
7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.....	24
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).....	27
8.1. Основная учебная литература.....	27
8.2. Дополнительная учебная литература.....	27
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).....	28
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	28
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.....	29
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).....	29

### 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Физика и химии тонких пленок» является формирование систематизированных знаний по теоретическим и прикладным вопросам изучения физических явлений, происходящих на различных этапах процесса напыления и роста пленок с объяснением существующих теорий роста тонких пленок. Анализ и рассмотрение современных методов роста и контроля качества пленок во взаимосвязи физических свойств тонких пленок со структурой и дефектами.

Задачи дисциплины:

- определить взаимосвязь между внешними параметрами процесса формирования полупроводниковых, диэлектрических, металлических пленок и изменениями во внутренней структуре, в том числе на атомном уровне;
- рассмотреть физико-химические закономерности и механизмы процессов испарения, массопереноса и конденсации вещества в виде пленок в условиях высокого и сверхвысокого вакуума, рассмотреть процессы дефектообразования;
- рассмотреть особенности формирования наноструктурированных объектов электронной техники, методы их самоорганизации;
- рассмотреть принципиальные вопросы обеспечения высокого и сверхвысокого вакуума исходя из физико-химических свойств конструкционных материалов технологического и аналитического оборудования;
- рассмотреть вопросы контрольно-измерительных приборов для оценки параметров технологического процесса и его продуктов.

## **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

**В результате освоения содержания дисциплины магистр должен**

### ***Знать:***

- базовые понятия, используемые в экспериментальных исследованиях применительно к физике и химии тонких плёнок;
- современные методы научно-исследовательской работы;
- принципы работы современного инновационного оборудования, используемого при выполнении физического практикума

### ***Уметь:***

- организовать научно-исследовательские и научно-производственные работы, проявлять навыки в управлении исследовательским коллективом;
- использовать в научных исследованиях информационные справочники и поисковые системы;
- формулировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской деятельности;
- выбирать необходимые методы исследования, модифицировать существующие и разрабатывать новые методы исходя из задач конкретного исследования

### ***Владеть:***

- основами научно-исследовательской работы, методами (инструментарием) научного анализа и научного проектирования в научных исследованиях;
- компьютерной техникой и информационными технологиями в учебном процессе и научных исследованиях;

Перечисленные результаты образования (РО) являются основой для формирования следующих компетенций: (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы (ОПОП), указанных в таблице

В совокупности с другими дисциплинами ФГОС ВО дисциплина «Физика и химии тонких пленок» направлена на формирование следующих компетенций:

Таблица 1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Коды компетенции	Наименование компетенции
1	2
ОПК-4	Способен создавать и реализовывать условия и принципы духовно-нравственного воспитания обучающихся на основе базовых национальных ценностей
ОПК-6	Способен проектировать и использовать эффективные психолого-педагогические, в том числе инклюзивные, технологии в профессиональной деятельности, необходимые для индивидуализации обучения, развития, воспитания обучающихся сособыми образовательными потребностями
ПКО-1	Способен реализовывать программы обучения физике основного общего, среднего общего образования, профессионального обучения и программ дополнительного физического образования
ПК-2	Способен проектировать содержание и учебно- методические материалы, обеспечивающие реализацию программ по физике основного общего, среднего общего образования, профессионального обучения, дополнительного образования

### 3. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Физика и химия тонких пленок» относится к базовой части обязательной дисциплины профессионального цикла дисциплин основной обязательной программы по подготовке выпускника с квалификацией (степенью) магистр педагогического образования по профилю «Физическое образование».

Изучение дисциплины базируется на фундаменте предметов:

физики полупроводников;

гетеропереходы и контактные явления в полупроводниковых системах;

физика конденсированного состояния; физика полупроводниковых

приборов.

и т.д.

### 4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины «Физика и химия тонких пленок» составляет 72 часа (2 зачетных единиц).

Объем контактной работы обучающихся с преподавателем по дисциплине (по видам учебных занятий), а также на самостоятельную работу обучающихся очной формы отражен в таблице 2.

Таблица 2. Объем контактной работы обучающихся с преподавателем по дисциплине (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся заочной формы

Вид работы	Трудоемкость, часов	
	Курс 2	Итого
<b>Общая трудоемкость, часов</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>Аудиторная работа:</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
<i>Лекции (Л)</i>	2	2
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	4	4
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>		
<b>СРС</b>	<b>66</b>	<b>66</b>
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен)</b>	<b>зачет</b>	

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

**5.1. Содержание разделов учебной дисциплины (модуля)**

**Раздел 1. Физика и химия тонких пленок. Физические и химические явления, сопровождающие конденсацию пара и рост пленки на подложке. Проблемные вопросы вакуумных методов формирования пленок**

- 1.1. Термодинамическая теория зарождения. Механизмы роста пленок. Влияние кристаллографической ориентации на зарождение и рост пленок.
- 1.2. Механизмы дефектообразования при росте на гомо- и гетероподложке, при примесном легировании пленок. Построение профилей распределения напряжений в пленочной структуре.
- 1.3. Релаксация напряжений в пленке через дислокации, механизмы релаксации, критическая толщина псевдоморфной пленки.
- 1.4. Проблемы металлизации. Проблемы корреляции электрофизических свойств пленок с методами и параметрами их осаждения.
- 1.5. Проблемные вопросы формирования наноструктур.

**Раздел 2. Применение термодинамических и кинетических закономерностей к процессам массопереноса в вакуумной технологии. Равновесные давления пара в системе, методы и механизмы испарения вещества.**

- 2.1. Закономерности переноса вещества от испарителя до подложки. Термодинамический расчет давления насыщенных паров испаряемого вещества.
- 2.2. Закономерности испарения сплавов и закономерности испарения соединений с диссоциацией и без диссоциации.
- 2.3. Резистивное испарение. Индуктивное испарение. Электронолучевое испарение. Ионное распыление. Магнетронное распыление. Молекулярно-лучевое испарение и процессы нанотехнологии.

**Раздел 3. Рабочие характеристики вакуумных систем и техника высокого вакуума. Методика расчета вакуумных систем. Техника высокого вакуума.**

- 3.1. Быстрота откачки, проводимость трубопроводов для вязкостного режима течения газов, переходного режима и режима молекулярного потока.

- 3.2. Механизмы натекания: адсорбционный, хемосорбционный, диффузионный. Температурно-временные характеристики процессов натекания.
- 3.3. Выбор конструкционных материалов в зависимости от глубины откачки вакуумных систем. Методика расчета вакуумных систем.
- 3.4. Устройство, работа и характеристики механических, диффузионных, криогенных насосов.
- 3.5. Устройство, работа и характеристики, криосорбционных, геттерных, геттеро-ионных насосов.

**Раздел 4. Контрольно-измерительные приборы вакуумных систем. Вакуумметрические преобразователи. Методы и средства измерения толщины напыляемых пленок.**

- 4.1. Тепловые вакуумметрические преобразователи, их устройство, работа и характеристики.
- 4.2. Ионизационные вакуумметрические преобразователи, их устройство, работа и характеристики.
- 4.3. Магнитные электроразрядные вакуумметрические преобразователи, их устройство, работа и характеристики.
- 4.4. Устройство, работа и характеристики оптических и резонансных преобразователей.
- 4.5. Устройство, работа и характеристики электрофизических преобразователей.

**5.2. Структура учебной дисциплины (модуля)** Структура дисциплины по темам отражена в таблицах 4-8.

Таблица 4. Структура учебной дисциплины (модуля) для заочной формы обучения

Тема (раздел) дисциплины	конт	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах)				
		ЛК	ПЗ	ЛР	Контроль	С Р С
<b>2 курс</b>						
<b>1. Физика и химия тонких пленок. Физические и химические явления, сопровождающие конденсацию пара и рост пленки на подложке. Проблемные вопросы вакуумных методов формирования пленок.</b>	10,5	0,5				10
<b>2. Применение термодинамических и кинетических закономерностей к процессам массопереноса в вакуумной технологии. Равновесные давления пара в системе, методы и механизмы испарения вещества.</b>	18,5	0,5	2			16
<b>3. Рабочие характеристики вакуумных систем и техника высокого вакуума. Методика расчета вакуумных систем. Техника высокого вакуума.</b>	20,5	0,5				20
<b>4. Контрольно-измерительные приборы вакуумных систем. Вакуумметрические преобразователи. Методы и средства измерения толщины напыляемых пленок.</b>	22,5	0,5	2			20
<i>Зачет</i>						
<b>Всего за 2 курс</b>	<b>72</b>	<b>2</b>	<b>4</b>			<b>66</b>

Целью практических (лабораторных) занятий является контроль усвоения магистрами теоретического материала по дисциплине, а также привитие навыков и умений применения полученных знаний при выполнении лабораторных работ и при решении научно-исследовательских задач.

Применяемые технологии при проведении практического занятия:

- ознакомление с целью и задачами занятия;
- фронтальный опрос;
- решение научно-практических задач;
- тестирование по теме;
- выполнение контрольных работ;
- подготовка и защита рефератов по отдельным темам;
- подведение итогов и оценка знаний студентов.

Таблица 6. Общая структура (лекции, практические/лабораторные СРС) учебной дисциплины (модуля) для заочной формы обучения

№ модуля/образовательной программы	№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
			Лекции	Практически занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего часов
1	1	<p><b>Раздел 1. Физика и химия тонких пленок. Физические и химические явления, сопровождающие конденсацию пара и рост пленки на подложке. Проблемные вопросы вакуумных методов формирования пленок</b></p> <p>1.1. Термодинамическая теория зарождения. Механизмы роста пленок. Влияние кристаллографической ориентации на зарождение и рост пленок.</p> <p>1.2. Механизмы дефектообразования при росте на гомо- и гетероподложке, при примесном легировании пленок. Построение профилей распределения напряжений в пленочной структуре.</p> <p>1.3. Релаксация напряжений в пленке через дислокации, механизмы релаксации, критическая толщина псевдоморфной пленки.</p> <p>1.4. Проблемы металлизации. Проблемы корреляции</p>	0,5	1	10	11,5	

		<p>электрофизических свойств пленок с методами и параметрами их осаждения.</p> <p>1.5.Проблемные вопросы формирования наноструктур.</p>					
1	2	<p><b>Раздел 2. Применение термодинамических и кинетических закономерностей к процессам массопереноса в вакуумной технологии. Равновесные давления пара в системе, методы и механизмы испарения вещества.</b></p> <p>2.1.Закономерности переноса вещества от испарителя до подложки. Термодинамический расчет давления насыщенных паров испаряемого вещества.</p> <p>2.2.Закономерности испарения сплавов и закономерности испарения соединений с диссоциацией и без диссоциации.</p> <p>2.3.Резистивное испарение. Индуктивное испарение. Электроннолучевое испарение. Ионное распыление. Магнетронное распыление. Молекулярно-лучевое испарение и процессы нанотехнологии.</p>	0,5	1	16	17,5	
2	3	<p><b>Раздел 3.Рабочие характеристики вакуумных систем и техника высокого вакуума. Методика расчета вакуумных систем. Техника высокого вакуума.</b></p> <p>3.1.Быстрота откачки, проводимость трубопроводов для вязкостного режима течения газов, переходного режима и режима молекулярного потока.</p> <p>3.2.Механизмы натекания: адсорбционный, хемосорбционный, диффузионный. Температурно-временные характеристики процессов натекания.</p> <p>3.3.Выбор конструкционных материалов в зависимости от глубины откачки вакуумных систем. Методика расчета вакуумных систем.</p>	0,5	1	20	21,5	

		3.4. Устройство, работа и характеристики механических, диффузионных, криогенных насосов.				
		3.5. Устройство, работа и характеристики, криосорбционных, геттерных, геттеро-ионных насосов.				
2		<b>Раздел 4. Контрольно-измерительные приборы вакуумных систем. Вакуумметрические преобразователи. Методы и средства измерения толщины напыляемых пленок.</b>				
	4	4.1. Тепловые вакуумметрические преобразователи, их устройство, работа и характеристики.	0,5	1	20	21,5
		4.2. Ионизационные вакуумметрические преобразователи, их устройство, работа и характеристики.				
		4.3. Магнитные электроразрядные вакуумметрические преобразователи, их устройство, работа и характеристики.				
		4.4. Устройство, работа и характеристики оптических и резонансных преобразователей.				
		4.5. Устройство, работа и характеристики электрофизических преобразователей.				
<b>ИТОГО:</b>			<b>2</b>	<b>4</b>	<b>66</b>	<b>72</b>

Таблица 7. Темы лекционных занятий

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость (час)	Компетенции ОК, ПК
1	1.1-1.2	Термодинамическая теория зарождения. Механизмы роста пленок. Влияние кристаллографической ориентации на зарождение и рост пленок. Механизмы дефектообразования при росте на гомо- и гетероподложке, при примесном легировании пленок. Построение профилей распределения напряжений в	0,25	ОПК-4 ОПК-6 ПКО-1 ПК-2

		пленочной структуре		
2	1.3-1.5	Релаксация напряжений в пленке через дислокации, механизмы релаксации, критическая толщина псевдоморфной пленки. Проблемы металлизации. Проблемы корреляции электрофизических свойств пленок с методами и параметрами их осаждения. Проблемные вопросы формирования наноструктур.	0,25	ОПК-4 ОПК-6 ПКО-1 ПК-2
3	2.1-2.2	Закономерности переноса вещества от испарителя до подложки. Термодинамический расчет давления насыщенных паров испаряемого вещества. Закономерности испарения сплавов и закономерности испарения соединений с диссоциацией и без диссоциации.	0,25	ОПК-4 ОПК-6 ПКО-1 ПК-2
4	2.3	Резистивное испарение. Индуктивное испарение. Электроннолучевое испарение. Ионное распыление. Магнетронное распыление. Молекулярно-лучевое испарение и процессы нанотехнологии.	0,25	ОПК-4 ОПК-6 ПКО-1 ПК-2
5	3.1-3.2	Быстрота откачки, проводимость трубопроводов для вязкостного режима течения газов, переходного режима и режима молекулярного потока. Механизмы натекания: адсорбционный, хемосорбционный, диффузионный. Температурно-временные характеристики процессов натекания.	0,25	ОПК-4 ОПК-6 ПКО-1 ПК-2
6	3.3-3.5	Выбор конструкционных материалов в зависимости от глубины откачки вакуумных систем. Методика расчета вакуумных систем. Устройство, работа и характеристики механических, диффузионных, криогенных насосов. Устройство, работа и характеристики, криосорбционных, геттерных, геттеро-ионных насосов.	0,25	ОПК-4 ОПК-6 ПКО-1 ПК-2
7	4.1-4.2	Тепловые вакуумметрические преобразователи, их устройство, работа и характеристики. Ионизационные вакуумметрические преобразователи, их устройство, работа и характеристики.	0,25	ОПК-4 ОПК-6 ПКО-1 ПК-2
8	4.3-4.5	Магнитные электроразрядные вакуумметрические преобразователи, их	0,25	ОПК-4 ОПК-6

		устройство, работа и характеристики. Устройство, работа и характеристики оптических и резонансных преобразователей Устройство, работа и характеристики электрофизических преобразователей..		ПКО-1 ПК-2
<b>Итого:</b>			<b>2</b>	

*Примечание к таблице:* Обозначение, к примеру, 4.1 означает следующее 4 – номер раздела, 1 – номер вопроса.

Таблица 8. Темы практических/лабораторных занятий

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Тематика практических/лабораторных занятий	Трудоемкость (час)	Компетенции ПК, ПКС
1	1.1-1.4	Измерение толщины тонких плёнок.	1	ОПК-4 ОПК-6 ПКО-1 ПК-2
2	1.1-1.4	Измерения удельного сопротивления полупроводниковых пластин и металлических плёнок.	1	ОПК-4 ОПК-6 ПКО-1 ПК-2
3	1.1-1.4	Получение тонких плёнок методом сублимации.	1	ОПК-4 ОПК-6 ПКО-1 ПК-2
4	2.1-2.3	Получение тонких плёнок методом магнетронного распыления	1	ОПК-4 ОПК-6 ПКО-1 ПК-2
<b>Всего:</b>			4	

*Примечание к таблице:* Обозначение, к примеру, 3.1 означает следующее 3 – номер раздела, 1 – номер вопроса.

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Таблица 9. Содержание самостоятельной работы по разделам и темам дисциплины

Раздел (модуль) дисциплины	№ п/п	Содержание (вид) СРС	Трудоемкость, часов
Раздел 1(1)	1	Проработка учебного материала. Повторение вопросов: Термодинамическая теория зарождения. Механизмы роста пленок. Влияние кристаллографической ориентации на зарождение и рост пленок.	3

Раздел 1(1)	2	Проработка учебного материала. Повторение вопроса: Механизмы дефектообразования при росте на гомо- и гетероподложке, при примесном легировании пленок. Построение профилей распределения напряжений в пленочной структуре.	3
Раздел 1(1)	3	Проработка учебного материала. Повторение вопросов: Релаксация напряжений в пленке через дислокации, механизмы релаксации, критическая толщина псевдоморфной пленки	3
Раздел 1(1)	4	Проработка учебного материала. Повторение вопросов: Проблемы металлизации. Проблемы корреляции электрофизических свойств пленок с методами и параметрами их осаждения.	3
Раздел 1(1)	5	Проработка учебного материала. Повторение вопросов: Микроэлектроника как катализатор промышленного прогресса. Проблемные вопросы формирования наноструктур.	3
Раздел 1(1)	6	Проработка учебного материала. Повторение вопросов: Современное состояние технологии интегральной электроники: материалы, процессы, приборы.	3
Раздел 1(1)	7	Проработка учебного материала. Повторение вопросов: Современные методы исследования строения и химической природы веществ. Национальная нанотехнологическая программа: основные направления развития и ожидаемые эффекты.	4
Раздел 2(1)	8	Проработка учебного материала. Повторение вопросов: Закономерности переноса вещества от испарителя до подложки. Термодинамический расчет давления насыщенных паров испаряемого вещества.	4
Раздел 2(1)	9	Проработка учебного материала. Повторение вопросов: Закономерности испарения сплавов и закономерности испарения соединений с диссоциацией и без диссоциации.	6
Раздел 2(1)	10	Проработка учебного материала. Повторение вопросов: Резистивное испарение. Индуктивное испарение. Электроннолучевое испарение. Ионное распыление. Магнетронное распыление. Молекулярно-лучевое испарение и процессы нанотехнологии.	4
Раздел 3(2)	11	Проработка учебного материала. Повторение вопросов: Быстрота откачки, проводимость трубопроводов для вязкостного режима течения газов, переходного режима и режима молекулярного потока.	6
Раздел 3(2)	12	Проработка учебного материала. Повторение вопросов: Механизмы натекания: адсорбционный, хемосорбционный, диффузионный. Температурно-временные характеристики процессов натекания.	6
Раздел 3(2)	13	Проработка учебного материала. Повторение вопросов: Выбор конструкционных материалов в зависимости от глубины откачки вакуумных систем. Методика расчета вакуумных систем.	6

Раздел 3(2)	14	Проработка учебного материала. Повторение вопросов: Устройство, работа и характеристики механических, диффузионных, криогенных насосов.	6
Раздел 3(2)	15	Проработка учебного материала. Повторение вопросов: Устройство, работа и характеристики, криосорбционных, геттерных, геттеро-ионных насосов	6
Раздел 4(2)	16	Проработка учебного материала. Повторение вопросов: Тепловые вакуумметрические преобразователи, их устройство, работа и характеристики. Ионизационные вакуумметрические преобразователи, их устройство, работа и характеристики.	6
Раздел 4(2)	17	Проработка учебного материала. Повторение вопросов: Магнитные электроразрядные вакуумметрические преобразователи, их устройство, работа и характеристики. Устройство, работа и характеристики оптических и резонансных преобразователей.	6
Раздел 4(2)	18	Проработка учебного материала. Повторение вопросов: Устройство, работа и характеристики электрофизических преобразователей.	6
<b>Итого:</b>			<b>66</b>

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется методами самообучения и самоконтроля в двух направлениях:

- для закрепления и углубления знаний и навыков, полученных на лекционных и практических занятиях;
- для самостоятельного изучения отдельных тем и вопросов дисциплины. Самостоятельная работа осуществляется в виде:
  - конспектирования учебной, научной и периодической литературы;
  - проработки учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературы);
  - подготовки сообщений и докладов к семинарам и практическим занятиям, к участию в тематических дискуссиях, работе научного кружка и конференциях;
  - поиска и обзора научных публикаций и электронных источников информации, подготовки заключения по обзору информации;
  - выполнения лабораторных, контрольных работ, творческих (проектных) заданий, курсовых работ (проектов);
  - решения практических и ситуационных задач;
  - составления аналитических таблиц, графического оформления материала;
  - написания рефератов, докладов;
  - работы с тестами и контрольными вопросами для самопроверки;
  - анализа отчетной информации организаций различных организационно-правовых форм и видов деятельности;
  - моделирования и анализа конкретных проблемных ситуаций;
  - написания выводов и предложений на основе проведенного анализа.

Результаты самостоятельной работы контролируются и учитываются при текущем и промежуточном контроле успеваемости обучающегося. При этом проводятся тестирование, экспресс-опрос и фронтальный опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание

докладов и сообщений по дополнительному материалу к лекциям, проверка домашних контрольных работ и т.д.

## **ПРИМЕРНЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ**

### **Тема 1. Размерные эффекты**

- Плётки и покрытия
- Нитевидные материалы
- Механизмы роста тонких плёнок
- Фазовая и структурная неоднородность

### **Тема 2. Механизмы токопрохождения в тонких плёночных структурах**

- Токи надбарьерной эмиссии в контактирующих тонкопленочных системах
- Туннельные токи
- Токи в диэлектрических пленках, ограниченные объемным зарядом

### **Тема 3. Технология получения тонких плёнок.**

- Термовакuumное напыление
- Катодное распыление
- Магнетронное распыление
- Молекулярно-лучевая эпитаксия
- Ионно-плазменное напыление

### **Тема 4. Металлические и диэлектрические плётки.**

- Материалы металлических и диэлектрических плёнок
- Методы получения
- Основные параметры и свойства

### **Темы предполагаемых рефератов в 9 семестре**

1. Размерные эффекты.
2. Особенности тонких плёнок.
3. Фазовая и структурная неоднородность
4. Механизмы токопрохождения. Токи надбарьерной эмиссии.
5. Туннельные токи
6. Токи в диэлектрических пленках, ограниченные объемным зарядом
7. Контактные явления

8. Металлические плёнки.
9. Диэлектрические плёнки.
10. Термовакuumное напыление
11. Катодное распыление
12. Метод магнетронного распыления
13. Ионно-плазменные методы распыления
14. Метод молекулярно-лучевой эпитаксии

## 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

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

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования представлен в описании образовательной программы

Компетенция	Этапы формирования	Процедура оценивания
ОПК-4. Способен создавать и реализовывать условия и принципы духовно-нравственного воспитания обучающихся на основе базовых национальных ценностей	<p><b>Знать:</b> общие принципы и подходы к реализации процесса воспитания; методы и приемы формирования ценностных ориентаций обучающихся, развития нравственных чувств (совести, долга, эмпатии, ответственности и др.), формирования нравственного облика (терпения, милосердия и др.), нравственной позиции (способности различать добро и зло, проявлять самоотверженность, готовности к преодолению жизненных испытаний) нравственного поведения; документы, регламентирующие содержание базовых национальных ценностей</p> <p><b>Уметь:</b> создавать воспитательные</p>	Устный опрос, тестирование, контрольная работа.

	<p>ситуации, содействующие становлению у обучающихся нравственной позиции, духовности, ценностного отношения к человеку</p> <p><b>Владеть:</b> методами и приемами становления нравственного отношения обучающихся к окружающей действительности; способами усвоения подрастающим поколением и претворением в практическое действие и поведение духовных ценностей (индивидуально-личностных, общечеловеческих, национальных, семейных и др.)</p>	
<p>ОПК-6. Способен проектировать и использовать эффективные психолого-педагогические, в том числе инклюзивные, технологии в профессиональной деятельности, необходимые для индивидуализации обучения, развития, воспитания обучающихся с особыми образовательными потребностями</p>	<p><b>Знать:</b> психолого-педагогические основы учебной деятельности; принципы проектирования и особенности использования психолого-педагогических (в том числе инклюзивных) технологий в профессиональной деятельности с учетом личностных и возрастных особенностей обучающихся, в том числе с особыми образовательными потребностями</p> <p><b>Уметь:</b> использовать знания об особенностях развития обучающихся для планирования учебно-воспитательной работы; применять образовательные технологии для индивидуализации обучения, развития, воспитания обучающихся, в том числе с особыми образовательными потребностями</p> <p><b>Владеть:</b> умениями учета особенностей развития обучающихся в образовательном процессе; умениями отбора и использования психолого-педагогических (в том числе инклюзивных) технологий в профессиональной деятельности для индивидуализации обучения, развития, воспитания, в том числе обучающихся с особыми образовательными потребностями; умениями разработки и реализации индивидуальных образовательных</p>	<p>Устный опрос, тестирование, контрольная работа.</p>

	маршрутов, индивидуально-ориентированных образовательных программ (совместно с другими субъектами образовательных отношений)	
<p>ПКО-1. Способен реализовывать программы обучения физике основного общего, среднего общего образования, профессионального обучения и программ дополнительного физического образования</p>	<p><b>Знать:</b> основные модели построения процесса обучения физике в программах общего образования, профессионального обучения и дополнительного образования</p> <p><b>Уметь:</b> отбирать соответствующее содержание, методы и приемы обучения физике для реализации программ общего образования, профессионального обучения и дополнительного образования, а также для диагностики и оценки результатов освоения обучающимися основных и дополнительных образовательных программ по физике</p> <p><b>Владеть:</b> адекватными конкретной ситуации действиями по реализации программ обучения физике в системе общего образования (основного и полного среднего), профессионального обучения и дополнительного образования, а также диагностики и оценки результатов освоения программ</p>	<p>Устный опрос, тестирование, контрольная работа.</p>
<p>ПК-2. Способен проектировать содержание и учебно- методические материалы, обеспечивающие реализацию программ по физике основного общего, среднего общего образования, профессионального обучения, дополнительного образования</p>	<p><b>Знать:</b> особенностисодержания обучения физике, направления его развития и обогащения, а также специфику учебно-методического обеспечения о процесса обучения физике, нормативные требования к его организации для систем основного общего, среднего общего образования, профессионального обучения, дополнительного образования</p> <p><b>Уметь:</b> отбирать средства и методы для организации различных видов деятельности учащихся при освоении программ обучения физике основного общего, среднего общего образования, профессионального</p>	

	обучения, образования	дополнительного	
--	--------------------------	-----------------	--

## 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

ОПК-4. Способен создавать и реализовывать условия и принципы духовно-нравственного воспитания обучающихся на основе базовых национальных ценностей

Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
<p><b>Знать:</b> предмет, цель, задачи и методы физики, её место в системе наук.</p> <p><b>Уметь:</b> приобретать новые знания, используя современные информационные и коммуникационные технологии.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения физических знаний для решения простейших прикладных задач.</p>	Знает основной материал, но допускает неточности при решении практических задач и ошибки при устном опросе.	Знает учебный материал. Умеет правильно применить теорию при выполнении практических заданий, владеет необходимыми приемами выполнения экспериментальных заданий, но затрудняется с применением теоретических знаний, связанных с новыми нестандартными задачами, показывает должный уровень сформированности компетенций.	Знает глубоко и прочно учебный материал, свободно отвечает на вопросы, свободно решает задачи, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических заданий, показывает должный уровень сформированности компетенций.

ОПК-6. Способен проектировать и использовать эффективные психолого-педагогические, в том числе инклюзивные, технологии в профессиональной деятельности, необходимые для индивидуализации обучения, развития, воспитания обучающихся с особыми образовательными потребностями

Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
<p><b>Знать:</b> фундаментальные физические теории и законы, понимать физическую сущность явлений и процессов, происходящих в природе</p>	Знает основной материал, но допускает неточности и ошибки при решении задач.	Знает учебный материал. Умеет правильно применить теорию при выполнении практических заданий, владеет	Знает глубоко и прочно учебный материал, свободно отвечает на вопросы, свободно решает задачи, не затрудняется с

<p>и технике, знать приёмы и методы решения конкретных физических задач.</p> <p><b>Уметь:</b> применять базовые знания для решения теоретических и практических физических задач, правильно организовывать физические наблюдения и эксперименты, анализировать их результаты, осуществлять построение математических моделей физических явлений и процессов, организовывать проведение демонстрационных опытов, лабораторных работ, работ физического практикума</p> <p><b>Владеть:</b> навыками решения теоретических и навыками проведения физических наблюдений и экспериментов экспериментальных задач.</p>		<p>необходимыми приемами выполнения практических заданий, но затрудняется с применением знаний, связанных с новыми нестандартными задачами, показывает должный уровень сформированности компетенций.</p>	<p>ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических заданий, показывает должный уровень сформированности компетенций.</p>
---	--	--	--

ПКО-1. Способен реализовывать программы обучения физике основного общего, среднего общего образования, профессионального обучения и программ дополнительного физического образования

Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
<p><b>Знать:</b> основные теоретические положения физики, историю развития и современные направления ее развития.</p> <p><b>Уметь:</b> применять различные законы физики и практические методы при решении задач.</p>	<p>Знает основной материал, но допускает неточности, При выполнении практических заданий допускает ошибки.</p>	<p>Знает учебный материал. Умеет правильно применить теорию при выполнении практических заданий, владеет необходимыми приемами выполнения практических заданий, но</p>	<p>Знает глубоко и прочно учебный материал, свободно отвечает на вопросы, свободно решает задачи, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно</p>

<p><b>Владеть:</b> основными теоретическими и экспериментальными методами физики.</p>		<p>затрудняется с применением знаний, связанных с новыми нестандартными задачами, показывает должный уровень сформированности компетенций.</p>	<p>обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических заданий, показывает должный уровень сформированности компетенций.</p>
---	--	--	---

ПК-2. Способен проектировать содержание и учебно- методические материалы, обеспечивающие реализацию программ по физике основного общего, среднего общего образования, профессионального обучения, дополнительного образования

Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
<p><b>Знать:</b> основные фундаментальные физические законы и модели. <b>Уметь:</b> строить физическую модель решаемой задачи. <b>Владеть:</b> навыками построения физических моделей для решения практических и прикладных задач</p>	<p>Знает основной материал, но допускает неточности, При выполнении практических заданий допускает ошибки.</p>	<p>Знает учебный материал. Умеет правильно применить теорию при выполнении практических заданий, владеет необходимыми приемами выполнения практических заданий, но затрудняется с применением знаний, связанных с новыми нестандартными задачами, показывает должный уровень сформированности компетенций.</p>	<p>Знает глубоко и прочно учебный материал, свободно отвечает на вопросы, свободно решает задачи, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических заданий, показывает должный уровень сформированности компетенций.</p>

### **7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Перечень дополнительных вопросов и задач (приведен один примерных вариантов)  
к зачету (для добора баллов)

1. Термодинамическая теория зарождения. Механизмы роста пленок. Влияние кристаллографической ориентации на зарождение и рост пленок.
2. Механизмы дефектообразования при росте на гомо- и гетероподложке, при примесном легировании пленок. Построение профилей распределения напряжений в пленочной структуре.
3. Релаксация напряжений в пленке через дислокации, механизмы релаксации, критическая толщина псевдоморфной пленки.
4. Проблемы металлизации. Проблемы корреляции электрофизических свойств пленок с методами и параметрами их осаждения.
5. Проблемные вопросы формирования наноструктур.
6. Закономерности переноса вещества от испарителя до подложки. Термодинамический расчет давления насыщенных паров испаряемого вещества.
7. Закономерности испарения сплавов и закономерности испарения соединений с диссоциацией и без диссоциации.
8. Резистивное испарение. Индуктивное испарение. Электронолучевое испарение. Ионное распыление. Магнетронное распыление. Молекулярно-лучевое испарение и процессы нанотехнологии.
9. Быстрота откачки, проводимость трубопроводов для вязкостного режима течения газов, переходного режима и режима молекулярного потока.
10. Механизмы натекания: адсорбционный, хемосорбционный, диффузионный. Температурно-временные характеристики процессов натекания.
11. Выбор конструкционных материалов в зависимости от глубины откачки вакуумных систем. Методика расчета вакуумных систем.
12. Устройство, работа и характеристики механических, диффузионных, криогенных насосов.
13. Устройство, работа и характеристики, криосорбционных, геттерных, геттеро-ионных насосов.
14. Тепловые вакуумметрические преобразователи, их устройство, работа и характеристики.
15. Ионизационные вакуумметрические преобразователи, их устройство, работа и характеристики.
16. Магнитные электроразрядные вакуумметрические преобразователи, их устройство, работа и характеристики.
17. Устройство, работа и характеристики оптических и резонансных преобразователей.
18. Устройство, работа и характеристики электрофизических преобразователей.

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

Результаты формирования компетенций по дисциплине оцениваются по балльно-рейтинговой системе.

Всего по дисциплине студент может набрать 100 баллов (или более с учетом бонусных баллов), из которых 20 баллов составляют баллы за посещаемость, 50 – за активность и 30 студент получает на зачете или на экзамене.

Всего по дисциплине предусмотрено два модуля. Для расчета баллов, полученных 22

студентом за модуль и итогового рейтинга с учетом трудоемкости дисциплины, включенной в учебный план, показатели (по посещению, активности, рубежного контроля) перемножаются на соответствующие коэффициенты. Данные коэффициенты определяются отдельно для каждого модуля следующим образом:

Коэффициент посещения -  $K_{\text{посещ.}}=10/ N_{\text{зан.}}$

Коэффициент активности -  $K_{\text{актив.}}=25/ N_{\text{актив.}}$

где:

$N_{\text{зан.}}$  – количество занятий (пар) по дисциплине в данном модуле;

$N_{\text{актив.}}$  – максимальное количество баллов, которое может набрать студент на занятиях (практических, семинарских, лабораторных) в данном модуле + баллы, полученные на рубежном контроле.

Баллы, полученные студентами, заносятся в журнал БРС сразу после окончания занятия, во время которого эти баллы были получены.

Оценка на промежуточном контроле (экзамен) выставляется по результатам баллов, полученным студентом в сумме обоих модулей по следующей таблице

Набранные студентом баллы	Оценка на промежуточном контроле, если дисциплина завершается экзаменом (зачетом с оценкой)	Оценка на промежуточном контроле, если дисциплина завершается зачетом
от 0 до 50	неудовлетворительно	не зачтено
от 51 до 64	удовлетворительно	зачтено
от 65 до 74	хорошо	
от 75 до 100	отлично	

Для процедуры оценивания используются тесты, контрольные работы.

Наиболее способным студентам преподаватель рекомендует специальную научную разработку отдельных тем и проблем курса в рамках работы кафедрального кружка студенческого научного общества с последующими выступлениями на ежегодных научных конференциях университета.

**Тестирование:** на практических занятиях реализуется **тестирование** студентов с целью контроля результатов их самостоятельной работы по усвоению основных понятий и тем курса.

**Оценка работы с тестовыми заданиями:**

0-20 % правильных ответов оценивается как «неудовлетворительно»; 30-50% - «удовлетворительно»; 60-80% - «хорошо»; 80-100% – «отлично».

**Система оценки ответа студента на зачете:**

Оценка “незачтено” выставляется при незнании основных вопросов материала или при наличии грубых ошибок в ответах на них, неумении на основе теоретических знаний решать практические задачи.

Оценка “зачтено” выставляется при достаточно полном знании материала учебной программы, отсутствии существенных неточностей при его изложении и в ответах на вопросы, умения решать практические задачи.

**Система оценки ответа студента на экзамене:**

Оценка за каждый вопрос и итоговая оценка выставляется в 4-х бальной системе: “отлично”, “хорошо”, “удовлетворительно”, “неудовлетворительно”. При этом:

Оценка “отлично” выставляется при глубоком и всестороннем знании материала учебной программы, грамотном и логически стройном его изложении, умении на основе теоретических знаний решать практические задачи.

Оценка “хорошо” выставляется при твердом и достаточно полном знании материала учебной программы, отсутствии существенных неточностей при его изложении и в ответах на вопросы, умения решать практические задачи.

Оценка “удовлетворительно” выставляется при наличии неточностей в знании основного материала, при допущении ошибок при выполнении практических заданий.

Оценка “неудовлетворительно” выставляется при незнании основных вопросов экзаменационного билета или наличии грубых ошибок в ответах на них, неумении на основе теоретических знаний решать практические задачи.

### **Критерии оценивания**

#### **Работа на лабораторных занятиях**

Корректное изложение смысла основных научных идей, их теоретическое обоснование и объяснение – 2 балла.

Логичность и последовательность в изложении материала –1 балл.

Степень полноты обзора материала, использование дополнительных библиографических источников (помимо конспекта лекций) – 1 балл.

Способность к анализу, обобщению информационного материала, умение применить полученные знания для решения поставленной задачи - 1 балл.

#### **Выполнение контрольных работ**

Правильное определение основных параметров, объяснение и комментарии к решению -3 балла. Последовательное логичное изложение ответа на поставленный вопрос -1 балл

Полнота обзора материала - 1 балл

#### **Подготовка и защита реферата**

Объем реферата – не менее 10 стр. Обязательно использование не менее 5-7 библиографических источников, опубликованных за последние 15 лет.

Процедура защиты реферата предусматривает выступление с докладом с последующим групповым обсуждением, а также ответы на вопросы преподавателя и студентов. Желательно создание и использование электронной презентации основных положений и результатов.

Критерии оценивания

- соответствие содержания заявленной теме, отсутствие в тексте отступлений от темы 1,5 - балла;
- постановка проблемы, корректное изложение смысла основных научных идей, их теоретическое обоснование и объяснение, логичность и последовательность в изложении материала – 1,5 балла;
- способность к работе с литературными источниками, Интернет-ресурсами, справочной и энциклопедической литературой, объем исследованной литературы и других источников информации - 0,5 балла;
- способность к анализу и обобщению информационного материала, степень полноты обзора состояния вопроса, обоснованность выводов - 1 балл;
- правильность оформления (соответствие стандарту, структурная упорядоченность, ссылки, цитаты, таблицы и т.д.) – 0,5 балла.

#### **Лабораторные работы**

Допуск к ЛР

Допуск к выполнению ЛР происходит при условии наличия у студента конспекта по лабораторной работе в форме тестирования (список из 10 тестовых вопросов - вопросы самоконтроля, выявляющие подготовку студента к занятию, выдается на занятии, время на ответ – 10 минут). Баллы начисляются в зависимости от количества правильных ответов:

- от 5 до 7 правильных ответов – min балл,
- более 7 правильных ответов – max балл.

## Отчет по ЛР

Отчет по лабораторной работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по лабораторной работе. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

В случае если оформление отчета и поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает максимальное количество баллов.

Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от **max** до **min** являются:

- небрежное выполнение,
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках),
- *и т.п.*

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала,
- некорректной обработки результатов измерений,
- *и т.п.*

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 8.1. Основная учебная литература

1. Майссел Л., Глэнг Р. Технология тонких пленок (Справочник). Пер. с англ. под ред. Елинсона М.И., Смолко Г.Г. Т.1. М.: Сов. радио. 1977, 664 с.
2. Майссел Л., Глэнг Р. Технология тонких пленок (Справочник). Пер. с англ. под ред. Елинсона М.И., Смолко Г.Г. Т.2. М.: Сов. радио. 1977, 768 с.
3. Ефимов И. Е., Козырь И. Я. Основы Микроэлектроники. 3-е изд. СПб.: Лань. 2008, 384с.
4. Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников.– М.: Наука, 1977, -672 с.
5. Шалимова К.В. Физика полупроводников. Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Полупроводниковые и микроэлектронные приборы». Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Энергия, 1976. -416 с.

### 8.2 Дополнительная учебная литература

1. Ансельм А.И. Введение в теорию полупроводников. – М.: Наука, 1978, -616 с.
2. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела: Учеб.- 3-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2000. -494 с.
3. Маслов А.А. Электронные полупроводниковые приборы. - М., 1967.
4. Маслов А.А. Технология и конструкция полупроводниковых приборов. – М., 1970.
5. Епифанов Г.И. Физические основы микроэлектроники. – М., 1971.
6. Курносков А.И., Воронков Э.Н. Полупроводниковая микроэлектроника. – М.: Воениздат, 1973, -240 с.
7. Блейкмор Дж. Физика твердого тела: Пер. с англ. – М.: Мир, 1988.-608с.
8. Зайцев А.А., Миркин А.И., Мокряков В.В., Петухов В.М., Хрулев А.К./ Под ред. А.В.Голомедова. Полупроводниковые приборы. Транзисторы малой мощности: Справочник. – М.: Радио и связь, 1989, -384 с.

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

Для освоения дисциплины «Физика тонких пленок наноструктур» могут быть использованы материалы следующих *аналитических интернет-сайтов*:

1. <http://center.fio.ru/vio> - ежеквартальный электронный журнал «Вопросы Интернет-образования».
2. <http://college.ru/physics/> - «Открытая Физика», учебный компьютерный курс по физике.
3. <http://center.fio.ru/som/> - Сетевое методическое объединение учителей физики.
4. <http://schools.techno.ru/sch1567/metodob/index.htm> - [Виртуальное методическое объединение учителей физики, астрономии и естествознания](#).
5. <http://vip.km.ru/vschool/> - Виртуальная школа Кирилла и Мефодия. Мегаэнциклопедия.
6. <http://www.fizika.ru/index.htm> - Сайт для учащихся и преподавателей физики.
7. <http://archive.1september.ru/fiz/> - Учебно-методические материалы по физике для учителей.
8. <http://www.infoline.ru/g23/5495/physics.htm> - Сайт «Физика в анимациях», содержит анимации (видеофрагменты) по всем разделам физики.
9. <http://www.int-edu.ru/soft/fiz.html> - «Живая Физика», обучающая программа по физике.
10. <http://www.cacedu.unibel.by/partner/bspu/pilologic/> - Программно-методический комплекс «Активная физика».
11. <http://www.curator.ru/e-books/physics.html> - Обзор электронных учебников и учебных пособий по физике.
12. <http://physica-vsem.narod.ru/> - «Физика для всех»: сайт Сергея Ловягина.
13. <http://www.catalog.alledu.ru/predmet/phisics/> - [Все образование в Интернете](#). Учебные материалы по физике. Каталог ссылок.

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Для изучения курса студентам необходимо использовать лекционный материал, учебники и учебные пособия из списка литературы, статьи из периодических изданий, ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Кроме того, целесообразно использовать следующие методические материалы:

1. Варианты контрольных работ и тестов.
2. Задачи для практических занятий самостоятельной работы
3. Раздаточный материал для практических занятий.
4. Задания для промежуточного и текущего контроля знаний студентов.
5. Электронную базу данных по дисциплине.
6. Рабочие тетради студентов.

Для теоретического и практического усвоения дисциплины большое значение имеет самостоятельная работа студентов, которая может осуществляться студентами индивидуально и под руководством преподавателя.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом в объеме не менее 50-70% общего количества часов, направлена на более глубокое усвоение изучаемого курса, формирование навыков исследовательской работы и ориентирование студентов на умение применять теоретические знания на практике.

Для успешного освоения учебного материала курса «Основы физики тонких пленок и наноструктур» требуются систематическая работа по изучению лекций и рекомендуемой литературы, решению домашних задач и домашних контрольных работ, а также активное участие в работе практических занятий.

Показателем освоения материала служит успешное решение задач предлагаемых домашних контрольных работ и выполнение аудиторных самостоятельных и контрольных работ.

В качестве оценочных средств программой дисциплины предусматривается:

- текущий контроль (аудиторные контрольные работы, домашние задания).
- промежуточный контроль.

*Формы текущего, промежуточного и итогового контроля.*

*Текущий контроль:*

- Самостоятельные работы
- Индивидуальные задания
- Опрос студентов

*Промежуточный контроль:*

- Контрольная работа по

курсу *Итоговый контроль:*

- зачет

### **Критерии оценок**

В основе оценки знаний по предмету лежат следующие основные требования:

- освоение всех разделов теоретического курса программы; – умение применять полученные знания к решению конкретных задач.

Ответ заслуживает **отличной оценки**, если экзаменуемый показывает знания, в полной степени, отвечающие предъявляемым к ответу требованиям: это требование основных понятий и приемов решения задач. Отличная оценка характеризует свободную ориентацию экзаменуемого в предмете. Ответы на вопросы, в том числе и дополнительные, должны обнаруживать уверенное владение терминологией, основными умениями и навыками.

**Хорошая оценка** характеризует тот ответ, который не в полной степени удовлетворяет вышеперечисленным критериям, однако, экзаменуемый обнаруживает прочные знания в объеме курса. Ответ должен быть достаточно аргументирован, вопросы глубоко и осмысленно изложены.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за то, что ответ экзаменуемого соотносится с основными требованиями, т.е. имеются в виду твердые знания в объеме учебной программы и умение владеть терминологией. Удовлетворительная оценка выставляется за знание в целом, однако, отдельные детали могут быть упущены.

**Неудовлетворительная оценка** выставляется, если ответ не удовлетворяет хотя бы одному из требований или отсутствуют знания основных понятий и методов решения задач.

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

1. Электронная библиотека курса, конспекты лекций, задания для практических занятий и самостоятельной работы, варианты тестовых заданий для проверки текущих и остаточных знаний студентов, варианты заданий для текущего и промежуточного контроля знаний обучающихся
2. Компьютерное и мультимедийное оборудование ДГПУ.
3. Методические рекомендации по изучению дисциплины.

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

Для проведения лекционных и практических занятий имеются аудитории, оснащенные всей необходимой мебелью и инвентарем. Для отдельных занятий аудитории оснащены проектором, ноутбуком и интерактивным экраном для демонстрации слайдов и т.п. Так для

проведения лекционных и лабораторных занятий имеется:

- а. комплект электронных презентаций/слайдов,
- б. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер);
- с. лаборатории физики тонких пленок и наноструктур, контактного плавления и спецпрактикума.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ПрООП ВО по направлению 44.04.01 «Педагогическое образование», магистерская программа «Физическое образование».

## АННОТАЦИЯ рабочей программы дисциплины

### Дисциплина «Физико-химия тонких пленок»

входит в часть, формируемых участниками образовательных отношений образовательной программы магистратуры по направлению **44.04.01 Педагогическое образование**, магистерская программа «**Физическое образование**».

Дисциплина реализуется на факультете математики, физики и информатики кафедрой физики и методики преподавания.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением разделов:

- Физика и химия тонких пленок. Физические и химические явления, сопровождающие конденсацию пара и рост пленки на подложке. Проблемные вопросы вакуумных методов формирования пленок
- Применение термодинамических и кинетических закономерностей к процессам массопереноса в вакуумной технологии. Равновесные давления пара в системе, методы и механизмы испарения вещества.
- Рабочие характеристики вакуумных систем и техника высокого вакуума. Методика расчета вакуумных систем. Техника высокого вакуума.
- Контрольно-измерительные приборы вакуумных систем. Вакуумметрические преобразователи. Методы и средства измерения толщины напыляемых пленок.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональные – *ОПК-4, ОПК-6, обязательных* профессиональных – ПКО-1, и профессиональных – ПК-2.

В рабочей программе дисциплины предусмотрено проведение:

- учебных занятий в виде лекций, практических работ, самостоятельной работы.
- контроль успеваемости в форме зачета

---

Объем дисциплины 3 зачетных единиц, в академических часах 72 часа

Трудоемкость видов учебной работы приведена в таблице.

### Виды учебной работы и их трудоемкость

Форма обучения	курс	Трудоемкость	Лекции (час)	Практ. занятия (час)	Промежуточный контроль (час)	Самостоятельная работа (час)	Итоговая аттестация
Заочная	2	72	2	4		66	зачет