

#### 4.4. Аннотации рабочих программ дисциплин

##### 4.4.1. Дисциплины обязательной части (базовая часть)

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «История и философия науки» (Б1.Б.1)

1. Цели дисциплины – повышение общенаучной, методологической, философской культуры аспиранта, необходимой для решения профессиональных задач, связанных с проведением научно-исследовательской работы; ознакомление с содержанием основных методов современной науки, принципами формирования научных гипотез и критериями выбора теорий; формирование понимания сущности научного познания и соотношения науки с другими областями культуры, создание философского образа современной науки, подготовка к восприятию материала различных наук для использования в конкретной области исследования.

2. В результате изучения дисциплины аспирант должен:

*Знать:*

– основные закономерности и этапы исторического развития науки, в том числе по избранной им специальной области знаний;

– механизмы взаимосвязи философии и науки в их историческом развитии и на современном этапе исследований в своей области знания;

– основные концепции философии науки, философские основания и философско-методологические проблемы своей области науки;

– сущность науки, структуру научного знания и динамику его развития, механизмы порождения нового знания;

*Уметь:*

– критически анализироваться и оценивать новые научные достижения и гипотезы;

– обосновать выбор темы научного исследования, поставить его цели и задачи, сформулировать проблему, выбрать и применить к предмету своего исследования соответствующие методы научного познания;

– создавать и редактировать тексты научно- исторического содержания

*Владеть:*

– навыками философского мышления для выработки системного, целостного взгляда на проблемы развития науки и техники;

– основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, а также методами изложения информации в виде научных публикаций

3. Краткое содержание дисциплины:

Раздел 1. Общие проблемы истории и философии науки

Наука и ее роль в обществе

Наука и другие формы человеческой деятельности

Генезис науки и основные этапы ее развития

Методы научного исследования

Структура научного познания. Основания науки

Динамика научного знания

Особенности современного этапа развития науки

Наука как социальный институт

Раздел 2. Философия химии

Химия и философские проблемы ее истории

### Раздел 3. История химии

Становление химии как науки

Закономерности развития учения о составе. Первая концептуальная система химии  
Закономерности развития структурной химии. Вторая концептуальная система химии

Закономерности развития учения о химическом процессе. Третья концептуальная система химии

Эволюционная химия. Четвертая концептуальная система химии

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	1	36
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лаборатория	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
Курсовая работа	-	-
Реферат	1	36
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1	36
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>1</b>	<b>экзамен</b>

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Иностранный язык» (Б1.Б2)

1. Цель дисциплины «Иностранный язык» – овладение иностранным языком как средством межкультурного, межличностного и профессионального общения в различных сферах научной деятельности.

2. В результате изучения дисциплины аспирант должен:

*Знать:*

– интонационное оформление предложения (деление на интонационно-смысловые группы-синтагмы, правильную расстановку фразового и в том числе логического ударения, паузация);

– словесное ударение (в двусложных и в многосложных словах, в том числе в производных и в сложных словах; перенос ударения при конверсии);

– противопоставление долготы и краткости, закрытости и открытости гласных звуков, назализации гласных (для французского языка), звонкости (для английского языка) и глухости конечных согласных (для немецкого языка).

– специфику лексических средств текстов по направлению исследования, многозначность служебных и общенаучных слов, механизмы словообразования (в том числе терминов и интернациональных слов), явления синонимии и омонимии;

– употребительные фразеологические сочетания, часто встречающиеся в письменной речи изучаемого им подъязыка, а также слова, словосочетания и фразеологизмы, характерные для устной речи в ситуациях делового общения;

– сокращения и условные обозначения;

– знать грамматический минимум вузовского курса по иностранному языку.

*Уметь:*

– понимать на слух оригинальную монологическую и диалогическую речь по направлению исследования, опираясь на изученный языковой материал, фоновые профессиональные знания и навыки языковой и контекстуальной догадки;

– читать, понимать и использовать в своей научной работе оригинальную научную литературу по направлению исследования, опираясь на изученный языковой материал, фоновые профессиональные знания и навыки языковой и контекстуальной догадки;

– аннотировать и реферировать текст на иностранном языке, вести беседу в ситуациях научного профессионального общения в соответствии с направлением исследования;

– уметь составить план прочитанного, изложить содержание в форме резюме, написать сообщение по темам проводимого исследования.

*Владеть:*

– иностранным языком на уровне, необходимом для адекватного и оптимального решения коммуникативно-практических задач на иностранном языке в ситуациях бытового и профессионального общения.

3. Краткое содержание дисциплины:

3.1. Цель изучения дисциплины – совершенствование иноязычной коммуникативной компетенции, необходимой для осуществления научной и профессиональной деятельности.

3.2 Задачи изучения дисциплины:

– совершенствовать ранее приобретённые навыки и умения иноязычного общения и их использование, как базы для развития коммуникативной компетенции в сфере научной и профессиональной деятельности;

– расширить словарный запас, необходимый для осуществления аспирантами (соискателями) научной и профессиональной деятельности в соответствии с их специализацией и направлениями научной деятельности с использованием иностранного языка;

– развивать профессионально значимые умения и опыт иноязычного общения во всех видах речевой деятельности (чтение, говорение, понимание на слух, письмо) в условиях научного и профессионального общения;

– развивать у аспирантов (соискателей) умения и опыт осуществления самостоятельной работы по повышению уровня владения иностранным языком, а также осуществления научной и профессиональной деятельности с использованием изучаемого языка;

– учить использовать приобретённые речевые умения в процессе поиска, отбора и использования материала на иностранном языке для написания научной работы (научной статьи, диссертации) и устного представления исследования.

3.3. Место дисциплины в ООП.

Дисциплина «Иностранный язык» (Б.1.Б.2) относится к базовой части блока 1 «Образовательные дисциплины (модули)» учебного плана направления подготовки 11.06.01 – электроника, радиотехника и системы связи (05.27.06 - «Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники»).

В соответствии с требованиями к подготовке аспирантов (соискателей), а также с учетом владения иностранным языком рассматривается как одна из общекультурных

компетенций. Кроме того, в условиях интенсивного международного сотрудничества иностранный язык рассматривается как инструмент совершенствования профессиональных компетенций, во всех видах профессиональной деятельности будущего кандидата наук.

В соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта обучающийся по данной дисциплине должен иметь уровень владения иностранным языком, позволяющий ему продолжить обучение в системе послевузовского образования и вести профессиональную деятельность в иноязычной среде.

3. 4. Содержание дисциплины. Говорение. К концу обучения аспирант (соискатель) должен владеть подготовленной, а также неподготовленной монологической речью, уметь делать резюме, сообщения, доклад на иностранном языке; диалогической речью в ситуациях научного, профессионального и бытового общения в пределах изученного языкового материала и в соответствии с избранной специальностью. Понимание на слух. Аспирант (соискатель) должен уметь понимать на слух оригинальную монологическую и диалогическую речь по специальности, опираясь на изученный языковой материал, фоновые страноведческие и профессиональные знания, навыки языковой и контекстуальной догадки. Чтение. Аспирант (соискатель) должен уметь читать, понимать и использовать в своей научной работе оригинальную научную литературу по специальности, опираясь на изученный языковой материал, фоновые страноведческие и профессиональные знания и навыки языковой и контекстуальной догадки. Аспирант (соискатель) должен овладеть всеми видами чтения (изучающее, ознакомительное, поисковое и просмотровое). Письмо. Аспирант (соискатель) должен владеть умениями письма в пределах изученного языкового материала, в частности уметь составить план (конспект) прочитанного, изложить содержание прочитанного в форме резюме; написать сообщение или доклад по темам проводимого исследования.

3.5. Требования к результатам освоения дисциплины. Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- знать особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах (УК-3);
- знать методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
- владеть навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках;
- владеть навыками критической оценки эффективности различных методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках;
- владеть различными методами, технологиями и типами коммуникаций при осуществлении профессиональной деятельности на государственном и иностранном языках;
- уметь следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках.

Окончившие курс обучения по данной программе должны владеть орфографической, орфоэпической, лексической, грамматической и стилистической нормами изучаемого языка в пределах программных требований и правильно использовать их во всех видах речевой коммуникации, в научной сфере в форме устного и письменного общения.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1	36
Лаборатория	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
Курсовая работа	-	-
Реферат	1	36
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2	72
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>1</b>	<b>экзамен</b>

#### 4.4.2. Дисциплины вариативной части

##### Аннотация рабочей программы дисциплины «Электроника, радиотехника и системы связи» (Б1.В.ОД.1)

1. Цели дисциплины – «Электроника, радиотехника и системы связи» – обучение аспирантов знаниям, умениям и навыкам использования информации по физико-химическим процессам, составляющим основу технологий электроники, вакуумной и лазерной техники в педагогической и научно-исследовательской деятельности.

2. В результате изучения дисциплины аспирант должен:

*Знать:*

- требования Федеральных государственных образовательных стандартов об использовании интерактивных форм обучения и требования к применению электронных средств обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ высшего образования (ВО);
- физико-химические основы электроники, вакуумной и лазерной техники;
- методы и средства формирования локально упорядоченных областей в полупроводниковых структурах для электронной и лазерной техники;
- теории переноса заряда в вакууме и твердом теле; классификации основных типов электронных приборов по различным признакам, основные физико-химические особенности изготовления твердотельных и вакуумных электронных приборов, ;
- основные классы лазерных систем, принципы работы, их конфигурация, технические характеристики и области применения;

*Уметь:*

- разрабатывать информационно-образовательные и информационно-методические ресурсы (лекции, задания на практические и лабораторные работы, глоссарии основных понятий, определений, библиографических источников) для реализации в УМК, включая интерактивные и дистанционные;
- осуществлять выбор конкретной конфигурации вакуумной системы для производства конкретного типа приборов твердотельной и вакуумной электроники, фотоники и лазерной техники;

- осуществлять выбор конкретных веществ и способов их формирования материалов на их основе для заданного типа прибора твердотельной и вакуумной электроники, фотоники и лазерной техники;
- проводить анализ результатов разработки новых технологий приборов твердотельной и вакуумной электроники, фотоники и лазерной техники;

*Владеть:*

- практическими навыками по поиску и сопоставлению данных о физико-химических параметрах процессов создания новых технологий приборов твердотельной и вакуумной электроники, фотоники и лазерной техники;
- навыками организации проведения различных видов занятий (групповых (практических (семинарских), лабораторных работ) и индивидуальных консультаций) и самостоятельной подготовки студентов по проблемам физико-химические основы электроники, вакуумной и лазерной техники.

### 3. Краткое содержание дисциплины:

3.1. Основы кристаллографии. Симметрия кристаллов и анизотропия их свойств. Атомные и ионные радиусы. Химическая связь. Соотношение ионных радиусов и структура кристаллов. Типы структур кристаллов.

3.2. Структура и симметрия идеальных и реальных кристаллов; основные типы дефектов кристаллической структуры. Политипизм и полиморфизм. Термодинамика дефектов кристаллической решетки. Собственные и примесные дефекты в элементарном кристалле; точечные и протяженные дефекты. Температурная зависимость равновесных концентраций дефектов. Влияние дефектов на физические и химические свойства кристаллов - параметры решетки, плотность, пластичность, диффузию, электропроводность, оптические и магнитные свойства, теплопроводность, теплоемкость, коррозионную устойчивость и др.

3.3. Дефекты, вызванные инородными примесями. Влияние примесей на равновесие собственных дефектов. Физико-химические основы процессов легирования. Изменение валентности примесных ионов. Взаимосвязь ионной и электронной разупорядоченности в кристаллах. Взаимное влияние примесей на их растворимость в кристаллической фазе. Современные методы исследования концентрации и распределения дефектов, вызванных нарушениями стехиометрии кристалла. Взаимодействие дефектов.

3.4. Механизмы диффузии. Элементы математического описания диффузионных процессов. Особенности, диффузии по вакансиям, дислокациям и по поверхности кристаллов. Связь между подвижностью носителей заряда и коэффициентом диффузии. Проявление зависимости: электропроводность - концентрация дефектов - давление - температура. Процессы, контролируемые дефектами при спекании кристаллов. Кинетика гетерогенных процессов и ее методы в технологии получения кристаллов с дефектами. Основные закономерности топохимических реакций. Методы определения кинетических констант.

3.5. Дифракция в кристаллах и обратная решетка; упругие колебания в кристаллах, оптические и акустические фононы; тепловые свойства кристаллов; модель свободных электронов, основы зонной теории, классификация твердых тел, статистика электронов.

3.6. Диэлектрические и магнитные свойства твердых тел, оптические свойства, ферромагнетизм, сегнетоэлектричество, сверхпроводимость.

3.7. Электрические свойства металлов, диэлектриков и полупроводников. Зонная теория идеальных и реальных полупроводников. Основные определения. Зонная структура энергетического спектра носителей заряда. Распределение Ферми-Дирака. Электропроводность металлов, полупроводников и диэлектриков и их физическая природа. Собственные и примесные полупроводники. Доноры, акцепторы, глубокие центры. Диффузия и дрейф носителей, генерация и рекомбинация, электронно-дырочный переход; поверхностные электронные состояния, эффект поля.

3.8. Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниках. Поглощение и отражение света. Эффект Фарадея. Фотопроводимость. Фотоэффект. Эмиссия света из полупроводников. Межзонная излучательная, безизлучательная и ударная рекомбинация. Катодо-, фото- и электролюминесценция. Излучательная рекомбинация. Когерентное излучение. Поверхностные состояния в полупроводниках; слои обогащения, инверсии и обеднения. Полупроводники в сильном электрическом поле. Влияние сильного электрического поля на подвижность носителей заряда. Эффект Франца-Келдыша. Эффект Ганна.

3.9. Поляризация диэлектриков и ее физическая сущность. неполярные и полярные диэлектрики. Проводимость диэлектриков и ее физическая природа. Диэлектрические потери и их природа.

3.10. Элементарные процессы зародышеобразования и роста кристаллов. Существующие теории роста на атомногладкой и атомношероховатой поверхности, теории нормального и непрерывного роста. Теоретические основы кристаллизационных методов очистки и выращивания монокристаллов.

3.11. Гетерогенные равновесия. Условия стабильности и равновесия фаз. Типы диаграмм фазовых равновесий двух- и многокомпонентных систем. Диаграммы как источник информации необходимой для выбора и оптимизации метода синтеза материалов с заданным составом и свойствами, определение условий их стабильного существования.

3.12. Понятие о фазах переменного состава. Явление нестехиометрии. Отображение явлений нестехиометрии на диаграммах состояния. Р-Т-Х - диаграмма, как источник информации для получения кристаллов с заданным отклонением от стехиометрии.

3.13. Основные принципы термодинамики неравновесных процессов. Термодинамика неравновесных процессов в технологии материалов электронной техники. Характеристика открытых и непрерывных систем. Составление материальных и энергетических балансов. Стационарные состояния в непрерывных системах. Истолкование процессов кристаллизации с позиций неравновесной термодинамики.

3.14. Основы физической химии высокодисперсных систем. Принципы создания наноконпозиционных материалов. Термодинамическая стабильность наноразмерных материалов. Фазовые и структурные переходы в сверхтонких (поверхностных) системах. Теория зародышеобразования при формировании новой фазы на поверхности и в объеме твердого тела. Образование дисперсных структур на поверхности и в объеме при эпитаксии, ионной имплантации и термообработке.

3.15. Поверхность как особая область твердого тела. Идеальная и реальная поверхность твердого тела. Структурно-механические свойства поверхности: микро- и шероховатость, микро- и нанопористость, микротрещины, краевые и винтовые дислокации, точечные дефекты; триботехнические характеристики поверхности, коэффициент трения скольжения, износостойкость, антифрикционные слои.

Электрофизические свойства поверхности: зарядовые состояния, встроенный и индуцированный заряды, электростатическое взаимодействие заряженных поверхностей; поверхностно-активные вещества; термоэлектронная, электронная и ионно-полевая эмиссии; электромагнитное взаимодействие, электромагнитная индукция, токи индуцированные электромагнитными полями, скин-эффект. Проявление размерных эффектов и эффектов масштабирования при электростатических и электромагнитных взаимодействиях.

3.16. Основы кинетической теории газов. Распределение Максвелла-Больцмана. Средние значения скорости движения, длины свободного пробега и числа столкновений молекул. Явления переноса. Режимы течения газов. Вакуум, методы получения и измерения. Испарение. Зависимость давления насыщенных паров от температуры. Газовый разряд. Ионизация газов, ионизационный потенциал. Рекомбинация. ВАХ несамостоятельного разряда. Тлеющий, дуговой, искровой и коронный разряды. Плазма и ее свойства. Характеристики плазмы (изотермичная, неизотермичная, равновесная, неравновесная, высоко, низкотемпературная, идеальная, неидеальная). Ионизованный газ и плазма; элементарные процессы в плазме и на пограничных поверхностях; основные методы генерации плазмы; модели для описания свойств плазмы; типы газовых разрядов; общие свойства плазмы: явления переноса, плазма в магнитном поле, колебания, неустойчивости и эмиссионные свойства плазмы, излучение плазмы.

3.17. Физика процессов генерации плазмы в газовых разрядах: тлеющем, дуговом, высокочастотном (ВЧ) и сверхвысокочастотном (СВЧ). Разряды во внешнем магнитном поле, движение частиц в плазме. Взаимосвязь между рабочими, технологическими и конструктивными параметрами разрядных систем. Математические модели процессов и устройств, вольт-амперные характеристики разрядов.

3.18. Электронная эмиссия. Основы электронной теории твердого тела, термоэлектронная, автоэлектронная, взрывная, вторично-электронная, фотоэлектронная эмиссия. Электронный поток, его формирование и транспортировка: интенсивные и неинтенсивные, релятивистские и нерелятивистские электронные потоки

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>6</b>	<b>216</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
Лекции (Лек)	1	36
Практические занятия (ПЗ)	1	36
Лаборатория	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
Курсовая работа	-	-
Реферат	-	-
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3	108
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
		<b>экзамен</b>

#### Аннотация рабочей программы дисциплины «Техника научного перевода» (Б1.В.ОД.2)



### **1. Цель и задачи дисциплины.**

Цель изучения дисциплины – совершенствование иноязычной коммуникативной компетенции, необходимой для осуществления научной и профессиональной деятельности по переводу с изучаемого языка.

#### **Задачи изучения дисциплины:**

- совершенствовать ранее приобретённые навыки и умения иноязычного общения, их использование, как базы для развития компетенции в сфере научного перевода и профессиональной деятельности;
- расширить словарный запас, необходимый для осуществления аспирантами (соискателями) научной и профессиональной деятельности в области перевода в соответствии с их специализацией и направлениями научной деятельности с использованием иностранного языка;
- развивать профессионально значимые умения и опыт иноязычного общения во всех видах речевой деятельности (чтение, говорение, понимание на слух, письмо) в условиях научного и профессионального общения и перевода;
- развивать у аспирантов (соискателей) умения и опыт осуществления самостоятельной работы по повышению уровня владения иностранным языком, а также осуществления научного и профессионального перевода с использованием изучаемого языка;
- учить использовать приобретённые речевые умения в процессе поиска, отбора и использования материала на иностранном языке для перевода научной работы (научной статьи, диссертации) и представления исследования.

### **2. Место дисциплины в ОПОП.**

Дисциплина «Техника научного перевода» (Б.1.В.ОД.2) относится к вариативной части обязательных дисциплин блока 1 «Образовательные дисциплины (модули)» учебного плана направления подготовки по направлению 11.06.01. – электроника, радиотехника и системы связи.

В соответствии с требованиями к подготовке аспирантов (соискателей), а также с учетом владения иностранным языком научный перевод рассматривается как одна из общекультурных компетенций. Кроме того, в условиях интенсивного международного сотрудничества научный перевод с иностранного языка рассматривается как инструмент совершенствования профессиональных компетенций, во всех видах профессиональной деятельности будущего кандидата наук.

В соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта обучающийся по данной дисциплине должен иметь уровень владения научным переводом с иностранного языка, позволяющий ему продолжить обучение в системе послевузовского образования и вести профессиональную деятельность в иноязычной среде.

### **3. Содержание дисциплины.**

Программа предусматривает изучение:

- основных способов достижения эквивалентности в переводе и основных приемов перевода;
- знаковой системы языка и основных форм существования языка; языковой нормы и основных функций языка как системы;
- достаточного для выполнения перевода количества лексических единиц, фразеологизмов, в том числе специальных терминов и лингвострановедческих реалий.

Программа также нацелена на формирование следующих навыков и умений:

- использовать этикетные формулы в устной и письменной коммуникации (приветствие, прощание, поздравление, извинение, просьба);
- осуществлять письменный перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм;
- оформлять текст перевода в компьютерном текстовом редакторе;
- осуществлять перевод с соблюдением норм лексической эквивалентности, соблюдением грамматических, синтаксических и стилистических норм текста перевода и темпоральных характеристик исходного текста.

Предусматривается освоение:

- методики предпереводческого анализа текста, способствующей точному восприятию исходного высказывания;
- методики подготовки к выполнению перевода, включая поиск информации в справочной, специальной литературе и компьютерных сетях;
- основ системы сокращенной переводческой записи при выполнении устного последовательного перевода;

#### **4. Требования к результатам освоения дисциплины.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- знать особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах (УК-3);
- знать методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
- владеть навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках;
- владеть навыками критической оценки эффективности различных методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках;
- владеть различными методами, технологиями и типами коммуникаций при осуществлении профессиональной деятельности на государственном и иностранном языках;
- уметь следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках.

Окончившие курс обучения по данной программе должны владеть орфографической, орфоэпической, лексической, грамматической и стилистической нормами изучаемого языка в пределах программных требований и правильно использовать их во всех видах речевой коммуникации, в научной сфере в форме устного и письменного общения.

5. Общая трудоемкость дисциплины: составляет 72 часа (2 з. е.), из них аудиторных - 36 часов.

Форма обучения – 1-ый год аспирантуры; изучение дисциплины заканчивается зачетом.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1	36

Лаборатория	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Курсовая работа	-	-
Реферат	1	36
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	-	-
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>зачет</b>

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Научно-исследовательский семинар» (Б1.В.ОД.3)**

**1. Цель** научно-исследовательского семинара – приобретение аспирантом знаний и компетенций по организации и проведению НИР в области технологии материалов для электроники и фотоники, по обработке и представлению результатов научных исследований в форме научных публикаций и выступлений.

**2. В результате участия в научно-исследовательском семинаре аспирант должен:**

*Знать:*

- современные научные достижения и перспективные направления работ в области технологии материалов для электроники и фотоники;
- методологические основы исследований в области технологии материалов для электроники и фотоники;
- современные методы и технологии научной коммуникации на русском и иностранном языках.

*Уметь:*

- применять знания, полученные при изучении естественно-научных и специальных дисциплин, для решения фундаментальных и прикладных задач в области технологии материалов для электроники и фотоники;
- формулировать цели и задачи научного исследования;
- обрабатывать, анализировать, интерпретировать и обобщать результаты научного исследования;
- представлять полученные результаты научного исследования в виде отчетов, научных статей, рефератов.

*Владеть:*

- навыками организации и проведения научных исследований в области технологии материалов для электроники и фотоники;
- навыками работы с научно-технической, справочной литературой и электронными ресурсами;
- приемами представления результатов научной деятельности в форме устных докладов и презентаций на научных форумах разного уровня;
- навыками индивидуальной работы, а также работы в составе исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач.

**3. Краткое содержание дисциплины:**

Базой научно-исследовательского семинара является Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева. Как правило, научное исследование аспиранта, представляемое им на научно-исследовательском семинаре, проводится на кафедре, за которой закреплена подготовка аспиранта по научной специальности. При

необходимости аспирант может выполнять научное исследование на другой кафедре или в другой организации. Общее руководство научным исследованием и научно-методическое консультирование осуществляется научным руководителем аспиранта и, при необходимости, научным консультантом.

Виды научно-исследовательских работ, выполняемых аспирантом:

- Фундаментальные НИР, направленные на получение новых знаний о процессах, явлениях, закономерностях в области технологии материалов для электроники и фотоники.

- Прикладные НИР, направленные на решение конкретных научных проблем для создания новых материалов, изделий, технологий.

- Поисквые НИР, имеющие более узкое целевое назначение и направленные на выявление путей возможного применения известных научных явлений, принципов, закономерностей в области технологии материалов для электроники и фотоники.

Научное исследование проводится аспирантом в соответствии с индивидуальным планом, в котором определяются тематика, цели и задачи, основные направления исследования.

Этапами научно-исследовательского процесса являются: анализ и обобщение современных теоретических представлений и их практической реализации по тематике научной работы аспиранта; формулирование целей, задач и направлений исследования; выявление эффективных методов и методик достижения желаемых результатов исследования; проведение соответствующих экспериментов для получения новых знаний и практических результатов; анализ, интерпретация и обобщение результатов исследования; формулировка выводов; написание отчета. Указанные этапы должны присутствовать в научно-исследовательской работе аспиранта и представляться им на научно-исследовательском семинаре.

В результате выполнения научного исследования и участия в научно-исследовательском семинаре аспирант должен ознакомиться с общими принципами научно-исследовательской деятельности и со специфическими особенностями проведения исследований в области технологии материалов для электроники и фотоники.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>6</b>	<b>216</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	3	108
Лаборатория	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
Курсовая работа	-	-
Реферат	1	36
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2	72

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники» (Б1.В.ОД.4)**

1. Цели дисциплины – «Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники» – обучение аспирантов знаниям, умениям и навыкам использования информации по технологиям материалов и приборов электронной техники в педагогической и научно-исследовательской деятельности

2. В результате изучения дисциплины аспирант должен:

*Знать:*

- требования Федеральных государственных образовательных стандартов об использовании интерактивных форм обучения и требования к применению электронных средств обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ высшего образования (ВО);
- возможности технологий материалов электронной техники;
- методы и средства получения исходных высокочистых веществ и полупроводниковых материалов для приборов электронной техники;
- функциональные характеристики и назначение основных материалов на основе полупроводниковых неорганических и органических соединений;
- основные технологии получения структур микро- и наноэлектроники;
- базовые методы исследования материалов и элементов электронной техники
- технологии и оборудование для производства изделий электронной техники

*Уметь:*

- разрабатывать информационно-образовательные и информационно-методические ресурсы (лекции, задания на практические и лабораторные работы, глоссарии основных понятий, определений, библиографических источников) для реализации в УМК;
- осуществлять выбор конкретного материала и технологии его производства для разработки нового прибора или компонентов приборов электронной техники;
- осуществлять выбор способов получения высокочистых веществ и материалов для создания нового прибора или компонентов приборов электронной техники;
- проводить подбор оборудования для формирования материалов, используемых при производстве или разработке новых приборов или компонентов приборов электронной техники;

*Владеть:*

- практическими навыками по поиску выбору материала с заданными функциональными свойствами и технологии его производства для разработки нового прибора или компонентов приборов электронной техники;
- практическими навыками по подбору оборудования для формирования материалов, используемых при производстве или разработке новых приборов или компонентов приборов электронной техники;
- практическими навыками по выбору способов получения высокочистых веществ и материалов для создания нового прибора или компонентов приборов электронной техники;

– практическими навыками по подбору методов контроля свойств материалов, используемых при производстве или разработке новых приборов или компонентов приборов электронной техники;

3. Краткое содержание дисциплины:

3.1. Материалы электронной техники и технологии их получения

Общая классификация материалов по составу, свойствам и техническому назначению. Физическая природа электропроводности металлов, сплавов, полупроводников, диэлектриков и композиционных материалов; сверхпроводящие металлы и сплавы; характеристика проводящих и резистивных материалов во взаимосвязи с их применением в электронной технике.

Элементарные полупроводники. Физико-химические, электрофизические и оптические свойства. Современные методы выращивания монокристаллов элементарных полупроводников. Принципы выращивания структурно совершенных монокристаллов. Микродефекты в монокристаллах кремния.

Полупроводниковые соединения  $A^{III}B^V$ . Физико-химические, электрофизические и оптические свойства. Синтез и выращивание объемных монокристаллов соединений  $A^{III}B^V$  в связи с Р-Т-Х диаграммами. Методы кристаллизации и легирования. Тройные диаграммы состояния  $A^{III}B^V$  – примесь. Компенсация и получение полуизолирующих кристаллов. Специфика подготовки подложек различных соединений  $A^{III}B^V$ . Влияние кристаллографических ориентаций. Травление жидкостное, расплавное, газовое.

Получение широкозонных материалов – нитриды галлия, алюминия, бора. Эпитаксия арсенида галлия, фосфида галлия, арсенида индия, антимонида индия и твердых растворов. Применение соединений  $A^{III}B^V$  в СВЧ-технике, оптоэлектронике, квантовой электронике.

Полупроводниковые соединения  $A^{II}B^{VI}$  и  $A^{IV}B^{VI}$ . Физико-химические, электрофизические и оптические свойства. Синтез и выращивание монокристаллов соединений с двумя летучими компонентами. Методы выращивания монокристаллов из газовой фазы и из расплава. Эпитаксия соединений. Методы управления стехиометрическим составом. Термообработка. Особенности получения соединений: сульфида кадмия, селенида кадмия, теллурида кадмия, сульфида свинца, твердых растворов. Области применения кристаллов: лазеры, оптические модуляторы, акустоэлектронные приборы, ИК-фотоприемники.

Аморфные полупроводники. Аморфный кремний и сплавы на его основе. Применение аморфного кремния в фотоэлектрических преобразователях. Понятие о физико-химических механизмах переключения памяти и оптической записи информации в халькогенидных стеклах. Особенности стеклообразования в халькогенидных системах и в оксидных системах. Синтез стеклообразных полупроводников и их свойства.

Материалы вакуумной электроники. Требования к чистоте материалов и их газосодержанию. Основные требования, предъявляемые к материалам для получения вакуумплотных соединений. Особенности технологии изготовления корпусов ИС на основе металлов и стекловидных материалов: стекловидные, ситалловидные и композиционные материалы.

3.2. Материалы оптоэлектроники. Излучательные свойства твердых тел. Излучение света в полупроводниках. Полупроводники с прямой и непрямой запрещенной зоной. Иттрий-алюминиевый гранат: структура, важнейшие физические свойства. Диаграмма

плавкости и факторы, благоприятствующие кристаллизации гранатовой фазы. Методы выращивания, характерные ростовые дефекты и методы борьбы с ними. Термодиффузионное получение композитных активных элементов. Лазерная керамика на основе иттрий-алюминиевого граната. Прочие упорядоченные кристаллические матрицы для редкоземельных ионов (алюминат иттрия, ванадаты, сесквиоксиды и лазерная керамика на их основе). Разупорядоченные кристаллические матрицы для редкоземельных ионов, а также лазерные стекла и волокна.

Лазерные кристаллы, легированные переходными 3d-ионами ( $Ti^{3+}:Al_2O_3$ ,  $Cr^{3+}:BeAl_2O_4$ ,  $Cr^{4+}:Y_3Al_5O_{12}$ ,  $Cr^{4+}:Mg_2SiO_4$ ), а также кристаллы для пассивных лазерных затворов ( $V^{3+}:Y_3Al_5O_{12}$ ,  $Co^{2+}:MgAl_2O_4$ ): структура, физико-химические и спектрально-генерационные характеристики, особенности выращивания монокристаллов. Проблемы управления зарядовым состоянием ионов-активаторов.

Самоактивированные и примесно-активированные люминофоры. Активаторные примеси для люминофоров и сцинтилляторов, требования, предъявляемые к ним. Требования, предъявляемые к люминофорным и сцинтилляторным матрицам. Монокристаллы вольфрамата свинца. Физико-химические и эксплуатационные свойства. Получение монокристаллов. Типичные дефекты. Техника безопасности. Щелочно-галогенидные сцинтилляторные кристаллы, структура и свойства, выращивание крупных кристаллов, области применения. Монокристаллы фторида церия. Физико-химические и эксплуатационные свойства. Методы получения кристаллов. Влияние атмосферы на качество кристаллов. Тигельные материалы. Типичные дефекты. Техника безопасности. Области применения. Краткий обзор современных порошкообразных люминофоров. Основные методы их синтеза.

Лазерные кристаллы фторидов: общие отличительные особенности физико-химических и спектрально-люминесцентных свойств, преимущества и недостатки по сравнению с оксидными кристаллами. Проблемы технологии получения высокопрозрачных монокристаллов и методы глубокой очистки ростовой зоны от воды и кислорода. Фторидные оптические кристаллы со структурами поваренной соли, флюорита, шеелита и кордиерита. Фторидная лазерная керамика и нано-стеклокерамика.

Ниобат лития: Структура и фазовые превращения, физико-химические характеристики, фазовая диаграмма и особенности технологии выращивания кристаллов. Конгруэнтные и стехиометрические кристаллы  $LiNbO_3$ . Технологические дефекты и возможности их устранения. Доменное строение, кристаллы с регулярной доменной структурой и их применение, монодоменизация кристаллов. Специфика  $LiTaO_3$ . Монокристаллы калий-титанил-фосфата. Состав, фазовые переходы, структура и основные физико-химические свойства. Выращивание кристаллов из раствора в расплаве. Области применения и проблема «серых треков». Краткий обзор других нелинейно-оптических кристаллов ( $BBO$ ,  $LBO$ ,  $KDP$ ).

Пьезо- и сегнетоэлектрики. Особенности структуры и сегнетоэлектрический фазовый переход. Кварц. Структура, полиморфные модификации, физико-химические свойства кварца. Выращивание крупных монокристаллов гидротермальным методом, работа в "перевернутом" и рабочем режимах. Технологические параметры, оказывающие наибольшее влияние на скорость роста и качество монокристаллов. Области применения кристаллов. Лангасит как альтернатива синтетическому кварцу. Структура, свойства и выращивание кристаллов. Краткий обзор других пьезо- и сегнетоэлектрических кристаллов. Монокристаллы ниобата бария-натрия и ниобата бария-стронция как

электрооптические и фоторефрактивные материалы: физико-химические свойства, структура полиморфных модификаций. Диаграммы плавкости систем, монокристаллы конгруэнтного и стехиометрического SBN, их преимущества, недостатки и особенности выращивания, области применения.

Ферриты со структурой шпинели, граната, перовскита и гексаплумбита. Би- и полиферриты. Основные методы получения кристаллов ферритов. Физико-химические характеристики и методы получения монокристаллов железо-иттриевого граната. Дефекты в кристаллах. Получение монокристаллических эпитаксиальных пленок железо-иттриевого граната. Основные области применения ферритов. Магнитооптические изоляторы на фарадеевском эффекте. Монокристаллы ТГГ и ТСАГ, физико-химические свойства и особенности выращивания.

Корунд как важнейший функциональный и подложечный монокристалл. Основные физико-химические свойства, структура. Выращивание кристаллов методами Чохральского и Багдасарова, их достоинства и недостатки применительно к технологии корунда. Проблема тигельного материала. Получение очень крупных кристаллов корунда методом ГОИ. Получение кристаллов различных форм методом Степанова. Дефекты в кристаллах, методы их контроля и способы устранения. Фианит, его основные свойства и сферы применения. Структурные модификации и способы их стабилизации, ЧСЦ. Выращивание кристаллов методом холодного контейнера. Краткий обзор других функциональных и подложечных материалов. Материалы акустоэлектроники. Пьезоэлектрики. Пьезоэлектрические свойства монокристаллов и текстурированных материалов. Сегнетоэлектрики.

3.3. Наноматериалы. Современные технологические методы формирования наноструктурированных материалов. Методы литографии высокого разрешения. Эпитаксиальные методы. Электрохимические методы. Золь-гель технология. Методы молекулярного наслаивания.

Органические материалы в электронной технике. Органические полимерные диэлектрики. Материалы для органических светоизлучающих диодных структур (ОСИД). Применение металлоорганических соединений (МОС) в микроэлектронике. Применение металлоорганических соединений для получения чистых металлов, диэлектрических пленок, полупроводниковых соединений.

Неорганические стекловидные диэлектрики в электронной технике и в микроэлектронике. Требования к диэлектрикам различного назначения и области их применения: подложки, материалы для бескорпусной защиты, пассивации, герметизации ИС, межслойной и межкомпонентной изоляции ИС, трехмерных структур, структур «кремний на изоляторе», изоляции электродов газоразрядных индикаторных панелей, элементов интегральной оптики и акустоэлектроники.

Сверхпроводящие материалы. Кристаллическая структура и изотипический эффект. Эффект Джозефсона. Высокотемпературные керамические сверхпроводники. Технология изготовления.

Фоторезисты. Определение и классификация. Требования к фоторезистам. Электронорезисты и рентгенорезисты.

Особо чистые элементы и материалы, их роль в современной технике. Понятие о чистоте вещества, методы определения и оценка чистоты. Физико-химические основы глубокой очистки веществ. Понятие о коэффициенте разделения и распределения. Методы очистки. Зонная очистка. Сублимация. Ректификация. Хроматографическая очистка.



Экстракция, Электролиз. Методы получения гидридов, хлоридов металлов и металлоорганических соединений.

#### 3.4. Технология получения структур микроэлектроники

Методы эпитаксии кремния из газовой фазы. Легирование и автолегирование. Особенности выращивания структур со скрытыми слоями. Газофазная эпитаксия. Хлоридный, хлоридно-гидридный и МОС-гидридный методы. Жидкостная эпитаксия и области ее применения. Механизм кристаллизации из раствора в расплаве Фазовое равновесие. Равновесная и неравновесная кристаллизация. Коэффициент распределения примесей. Молекулярно-лучевая эпитаксия.

Структуры для СВЧ-транзисторов, диодов Ганна и Шоттки. Особенности получения тонких слоев с заданной неоднородностью распределения примесей.

Структуры со скрытыми слоями. Получение структур с диэлектрическими и поликристаллическими слоями.

Структуры «кремний на изоляторе» (КНИ). Методы прямого и непрямого сращивания для формирования структур КНИ. Глубокая имплантация ионов кислорода и азота. Дефекты в ионно-имплантированных структурах КНИ. Формирование КНИ-структур методом окисления пористого кремния. Технология получения гетерослоев кремния на сапфире. Особенности получения и электрофизические свойства слоев.

Структуры полупроводник-диэлектрик. Методы получения и основные электрофизические свойства структур диэлектрик-германий. Структуры диэлектрик – антимионид индия. Технология получения структур электрохимическим окислением. Электрофизические свойства структур. Основные нестабильности и методы их уменьшения.

Структуры оптоэлектроники. Технология получения гетероструктур для лазеров и светодиодов. Планарные и каналные оптические волноводы. Особенности получения многослойных структур. Технология получения структур для солнечных батарей.

Процессы толсто пленочной технологии. Приготовление порошков и паст для проводников и резисторов на основе палладия, серебра, золота, рутения, иридия, кадмия. Получение резисторов на основе окислов редких металлов, боридов, карбидов и нитридов. Приготовление порошков и диэлектрических паст на основе титанатов бария, кальция, висмута и др.

Методы нанесения тонких пленок в вакууме: вакуум-термический, термоионный, электронно-лучевой, ионно-плазменный (с использованием разрядов на постоянном токе (ПТ), а также ВЧ и СВЧ разрядов), с помощью автономных ионных источников. Магнетронные распылительные системы.

Процесс ионного распыления материалов. Особенности распыления металлов и диэлектриков. Зависимость коэффициентов распыления различных факторов. Закономерности удаления материала с распыляемой поверхности и особенности их использования в технологических процессах микроэлектронного производства. Применение ионно-плазменных распылительных систем для нанесения и травления материалов.

Активные индикаторы. Электронно-лучевые трубки, светоизлучающие диоды, электролюминесцентные, газоразрядные индикаторы и др. Пассивные индикаторы. Жидкокристаллические, электрохромные индикаторы, индикаторы на PLZT- керамике и др. Сравнительные характеристики активных и пассивных индикаторов.

Жидкокристаллические материалы. Основные электрооптические эффекты в жидких кристаллах.

Нанотехнология. Современные технологические методы формирования наноструктур. Процессы самоорганизации и самоформирования в технологии наноструктур. Проблемы создания упорядоченных наноструктурированных материалов на большой площади.

### 3.5. Методы исследования материалов и элементов электронной техники

Методы измерения электрических параметров полупроводников. Измерение подвижности, удельного сопротивления, концентрации носителей, доноров и акцепторов. Способы измерения толщины эпитаксиальных слоев. Характеристики однородности электрических свойств слоев на площади и толщине. Методы определения профиля распределения легирующих примесей. Измерение электрофизических параметров структур диэлектрик-полупроводник методом вольтфарадных характеристик.

Методы исследования реальной структуры кристаллов, определения фазового состава, прецизионного измерения параметров решетки. Методы изучения объемных дефектов. Дифракция медленных электронов. Обратное рассеяние ионов.

Исследование строения поверхностных слоев монокристаллов. Метод Берга-Барретта. Оценка совершенства кристаллов с помощью двухкристального спектрометра. Методы просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии и примеры ее использования.

Оптические методы металлографических исследований. Наблюдение объектов в поляризованном свете. Топография поверхности. Наблюдение микродефектов поверхности эпитаксиальных слоев. Принципы двухлучевой и многолучевой интерферометрии и их применение. Выявление дислокаций методом травления. Механизм формирования ямок травления на дислокациях.

Методы определения химического состава. Химические методы анализа: экстракция, хроматография, полярография, потенциометрия. Объемный анализ. Гравиметрия. Спектральный анализ. Атомно-адсорбционный анализ. Люминисцентный метод. Молекулярная спектроскопия. Электронный парамагнитный резонанс, ядерный парамагнитный резонанс. Нейтронно-активационный анализ. Метод радиоактивных индикаторов, Оже-спектроскопия, рентгено-флуоресцентный анализ, лазерная и вторично-ионная масс-спектроскопия.

Методы определения деформаций в структурах микроэлектроники. Определение тензора деформаций с помощью двухкристальной рентгеновской дифрактометрии. Полярография. Определение деформаций по прогибу пластин.

Методы исследования наноструктур. Электронная микроскопия. Оптика ближнего поля. Туннельная и атомно-силовая микроскопия.

### 3.6. Технология и оборудование производства изделий электронной техники

Современные тенденции развития технологии СБИС и УБИС. Нанотехнология. Основные требования технологии к разрабатываемому технологическому оборудованию (ТО), направления развития ТО. Методы проектирования технологического оборудования для получения субмикронных и наноразмерных структур. Системный подход к выбору оптимальных технических решений методами моделирования и формально эвристического проектирования.

Обеспечение и поддержание в чистых помещениях среды с заданными параметрами. Проблема привносимой дефектности при производстве СБИС.

Экологические аспекты субмикронной и нанотехнологии. Модели выхода годных СБИС. Принципы организации чистых производственных помещений. Создание средств технологической экологии при производстве СБИС и УБИС. Транспортные и загрузочные системы микроэлектроники (подвижные работы, туннельно-трековые системы, системы со стандартным механическим интерфейсом (СМИФ)). Кластерный принцип организации полупроводникового производства.

Методы очистки исходных материалов и структур; оборудование, применяемое для очистки.

Технология и оборудование для выращивания монокристаллов. Особенности конструктивного выполнения ТО и его основных узлов и систем. Особенности выращивания из расплава элементарных полупроводников. Оптимизация равномерного распределения легирующих примесей в монокристаллах. Технология и оборудование получения полупроводникового кремния и германия. Выращивание монокристаллов германия и кремния с совершенной структурой.

Особенности технологии полупроводниковых соединений. Методы контроля и стабилизации параметров процесса выращивания монокристаллов, система автоматического управления процессом.

Технология и оборудование для получения тонких пленок в вакууме: вакуум-термическое испарение, электронно-лучевое испарения, высокочастотное распыление диэлектриков, ПТ и ВЧ магнетронное распыление, реактивное ионное распыление, Осаждение пленок в плазме из парогазовых смесей. Особенности проектирования, расчета и моделирования узлов и систем технологического оборудования нанесения пленок. Методы и оборудование осаждения пленок сложного состава, реактивное распыление материалов.

Технология и оборудование для получения эпитаксиальных слоев. Принципиальные схемы проведения эпитаксиальных процессов. Промышленные методы эпитаксиального наращивания и виды применяемого оборудования. Эпитаксия при пониженных давлениях, молекулярно – лучевая эпитаксия. Технические требования, предъявляемые к оборудованию. Типы промышленных установок. Методы контроля и стабилизации параметров эпитаксиальных процессов. Микропроцессорное управление процессами эпитаксии. Моделирование работы эпитаксиального оборудования. Алгоритмы и программы расчета и моделирования процесса и основных элементов ТО эпитаксии.

Технология и оборудование для создания р-п переходов. Методы получения р-п переходов, гетеропереходов и переходов металл—полупроводник. Диффузионные методы легирования. Ионное легирование (имплантация). Оборудование для процессов ионной имплантации.

Основы технологии контактной, дуговой, холодной сварки и пайки. Методы получения вакуумноплотных соединений. Клеевые соединения. Методы контроля герметичности. Оборудование для создания межсоединений и герметизации готовых приборов. Пластмассовая герметизация полупроводниковых приборов, ИМС. Методы пассивации и защиты полупроводниковых приборов и ИМС. Технология и оборудование для пластмассовой герметизации ИЭТ.

Методы и технология откачки и газозаполнения электровакуумных и газоразрядных приборов. Откачка удалением и связыванием. Криогенная откачка.

Вакуумное технологическое оборудование для формирования остаточной вакуумной среды в электронных приборах.

Термохимическое оборудование в производстве электровакуумных в полупроводниковых приборах. Принципы расчета и проектирования.

Электротермические устройства и системы. Принципы расчета и проектирования. Оборудование для получения диффузионных и диэлектрических слоев в термопечах. Требования процессов диффузии, окисления и осаждения из паро-газовых смесей к ТО. Особенности конструкций компонентов: термопечей, элементов газо-вакуумных систем, устройств утилизации продуктов реакций и др. Основы инженерного расчета газовых систем. Автоматическое управление диффузионной печью. Моделирование процессов и устройств получения диффузионных диэлектрических слоев.

Методы и оборудование травления микроструктур: ионное, реактивное ионное и плазмохимическое с использованием постоянного тока, ВЧ и СВЧ разрядов. Физика процессов, особенности проектирования и моделирования процессов, узлов и систем ТО. Системы с электронно-циклотронным резонансом. Методы анизотропного травления полупроводников (Bosh-процесс, ICP-процесс).

Технология и оборудование электрофизических и электрохимических методов обработки. Прецизионное электроэрозионное оборудование для обработки деталей электронных приборов. Ультразвуковое оборудование для очистки поверхности и обработки хрупких материалов. Оборудование для обработки лучом лазера. Технология и оборудование электрохимической обработки.

Современное аналитическое вакуумное оборудование. Методы получения высокого вакуума. Вторично-ионные масс-спектрометры, Оже-спектрометры, оборудование, использующее рентгеновское и лазерное излучение.

Литографические процессы в производстве полупроводниковых приборов. Анализ точности литографического процесса и определение требований к ТО. Сопоставительный анализ предельных возможностей процессов и ТО литографии, основанных на применении ультрафиолетового, лазерного и рентгеновского излучений, электронных и ионных пучков. Схемы процессов проектирования и формирования изображений на пластинах в производстве интегральных микросхем.

Оборудование оптической литографии (генераторы изображений, фотоповторители, установки совмещения и экспонирования и др.). Влияние дифракции и аберраций оптических систем на качество изображения. Методы машинного расчета влияния аберраций. Прецизионные системы координатных перемещений. Алгоритмы и программы расчета оптических систем и систем координатных перемещений.

Электронная литография. Классификация и принципиальные схемы электронно-лучевых и проекционных установок электронной литографии. Влияние различных факторов на качество изображения: аберраций, рассеяния электронов, эффектов близости и т.д. Конструкции, методы проектирования, расчета и моделирования основных узлов ТО электронной литографии: электронных пушек, систем формирования, переноса и отклонения пучков, систем совмещения, систем перемещения и позиционирования пластин. Современные проблемы и тенденции развития ТО электронной литографии.

Ионно-лучевая литография (ИЛЛ). Направления развития ТО ИЛЛ и особенности создания систем экспонирования коллимированным ионным пучком (ИП), острое/фокусированным ИП и систем модульной ионной проекции изображения. Конструкции, сравнительные характеристики, методы расчета и моделирования основных

узлов и систем ТО ИЛЛ: ионных источников, отклоняющих и сканирующих систем, систем ускорения и фокусировки.

Основные требования технологических процессов сварки и пайки к ТО сборки монтажа микросхем. Конструктивное выполнение установок, основных узлов и систем. Принципы расчета и проектирования узлов монтажно-сборочного оборудования. Критерии подобия сварочных процессов и их применения при проектировании оборудования.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	1	36
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лаборатория	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
Курсовая работа	-	-
Реферат		
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	2	72
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>	<b>1</b>	<b>36</b> <b>экзамен</b>

#### 4.4.3. Дисциплины вариативной части (дисциплины по выбору)

##### Аннотация рабочей программы дисциплины

##### «Педагогика и психология высшей школы» (Б1.В.ДВ.1.1)

**Цель изучения дисциплины** – формирование целостного и системного понимания психолого-педагогических задач и методов преподавания на современном этапе развития общества, научение коммуникации в профессионально-педагогической среде и обществе.

**Задачи дисциплины:** научить использовать общепедагогические методы и психодиагностические методики в процессе самообучения и самопознания, психолого-педагогические технологии в создании и развитии системы «преподаватель – аудитория»; сформировать у обучающихся представление о возможности использования основ педагогических знаний в процессе решения широкого спектра социально-педагогических проблем, стоящих перед профессионалом.

Выпускник, освоивший программу аспирантуры, должен обладать следующими универсальными и общепрофессиональными компетенциями:

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК - 1);
- способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК - 2);
- способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6);

– готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-6).

Аспиранты, завершившие изучение данной дисциплины, должны:

- **иметь представление:** о ценностных основах образования и педагогической деятельности, об особенностях профессионального общения; о средствах и методах психолого-педагогического воздействия на личность;

– **знать:** сущность и структуру педагогического процесса высшей школы, особенности современного этапа развития высшего образования в мире, технологии обучения и развития, самообучения и саморазвития, способы взаимодействия преподавателя с различными субъектами педагогического процесса, профессионального самопознания и саморазвития;

– **уметь:** определять направленность и мотивы педагогической деятельности; прогнозировать и проектировать педагогическую деятельность; системно анализировать и выбирать воспитательные и образовательные концепции, использовать методы педагогической и психологической диагностики для решения профессиональных задач и саморазвития, учитывать в педагогическом общении индивидуальные особенности обучающихся, проектировать учебно-воспитательный процесс с использованием современных психолого-педагогических технологий;

– **владеть:** способами ориентации в профессиональных источниках информации, осуществления психолого-педагогической поддержки и сопровождения обучающихся, проектной и инновационной деятельности в образовании, интерактивными методами обучения.

Основные разделы дисциплины: «Общие методологические основы педагогики и психологии ВШ»; «Механизмы, закономерности и особенности развития личности: проблемы самообучения и саморазвития в юношеском возрасте»; «Деятельность преподавателя высшей школы»; «Дидактика высшей школы», «Психолого-педагогические технологии обучения и развития студентов в ВШ»

Форма обучения – 1-ый год аспирантуры; изучение дисциплины заканчивается зачетом.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1	36
Лаборатория	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
Курсовая работа	-	-
Реферат	1	36
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1	36
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>зачет</b>

#### Аннотация рабочей программы дисциплины

**«Дистанционные образовательные технологии и электронные средства обучения в научной и образовательной деятельности» (Б1.В.ДВ.1.2)**

1. Цель дисциплины «Дистанционные образовательные технологии и электронные средства обучения в научной и образовательной деятельности» – обучение аспирантов знаниям, умениям и навыкам использования дистанционных образовательных технологий и электронных средств обучения в педагогической и научно-исследовательской деятельности.

2. В результате изучения дисциплины аспирант должен:

*Знать:*

– требования Федеральных государственных образовательных стандартов об использовании интерактивных форм обучения и требования к применению электронных средств обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ высшего образования (ВО);

– возможности инновационных информационных технологий обучения и дистанционных образовательных технологий для создания и реализации электронных образовательных ресурсов, компьютерных средств обучения, автоматизированных средств обучения, информационно-образовательных ресурсов в составе электронных учебно-методических комплексов на основе информационных и интернет-технологий;

– методы, средства и системы дистанционного обучения для организации процесса обучения с использованием информационно-образовательных и информационно-методических ресурсов электронных учебно-методических комплексов (УМК) на основе интернет-технологий;

– структуру электронных учебно-методических комплексов;

– функциональные возможности модульной объектно-ориентированной среды дистанционного обучения Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) для создания информационно-образовательных ресурсов по учебным дисциплинам;

– особенности организации процесса обучения и контроля знаний с использованием среды дистанционного обучения Moodle.

*Уметь:*

– разрабатывать информационно-образовательные и информационно-методические ресурсы (лекции, задания на практические и лабораторные работы, глоссарии основных понятий, определений, библиографических источников) для реализации в электронных УМК, функционирующих в составах автоматизированных систем обучения в режиме удаленного доступа;

– разрабатывать банки тестовых заданий для текущего, рубежного и промежуточного контроля знаний для последующей реализации в среде дистанционного обучения Moodle;

– проводить анализ результатов обучения студентов с использованием возможностей среды дистанционного обучения Moodle (интерактивности студентов при подготовке к контрольным точкам, результативности самостоятельной подготовки и сдачи рубежного и промежуточного контроля).

*Владеть:*

– практическими навыками реализации информационно-образовательных ресурсов электронных учебно-методических комплексов с использованием интернет-технологий в среде дистанционного обучения Moodle;

– навыками организации проведения различных видов занятий (групповых (практических (семинарских), лабораторных работ) и индивидуальных консультаций) и самостоятельной подготовки студентов с использованием электронных образовательных ресурсов в среде дистанционного обучения Moodle.

### 3. Краткое содержание дисциплины:

Основные понятия, определения, история развития автоматизированного, электронного и дистанционного обучения. Современные тенденции развития дистанционного обучения в соответствии с Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» и Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования: усиление роли электронных средств обучения, дистанционных образовательных технологий, интерактивных форм обучения. Место электронных учебно-методических комплексов в основных образовательных программах подготовки студентов различных уровней высшего образования.

Инновационные образовательные технологии в научной и образовательной деятельности. Автоматизированные системы в учебной и научной деятельности: классификация, тенденции развития. Модели и методы обучения с использованием автоматизированных систем обучения. Дисциплинарная и информационная модели обучения. Возможности организации междисциплинарных взаимодействий в электронных УМК на основе интернет-технологий.

Функциональные возможности электронных учебно-методических комплексов на основе информационных и интернет-технологий. Функции преподавателя для подготовки информационно-образовательных и информационно-методических ресурсов и организации интерактивного обучения студентов. Функции студентов в процессе приобретения знаний, умений и навыков при обучении с использованием электронных учебно-методических комплексов на основе информационных и интернет-технологий.

Информационные системы, технологии и средства для реализации электронных образовательных ресурсов и учебно-методических комплексов. Системы управления обучением и системы управления контентом. Особенности разработки информационно-образовательных и информационно-методических ресурсов электронных УМК с использованием языка гипертекстовой разметки HTML (HyperText Markup Language — «язык разметки гипертекста») и на основе технологии Media Wiki.

Функциональные возможности среды дистанционного обучения Moodle для подготовки образовательных ресурсов. Особенности создания учебного курса, элементов и ресурсов курса: лекции, задания, опроса, семинара, книги.

Разработка и реализация информационно-образовательных ресурсов для организации различных видов занятий в среде дистанционного обучения Moodle: интерактивных лекций, семинаров – для проведения дискуссий, обсуждений преподавателями и сокурсниками, выполнения лабораторных работ в среде дистанционного обучения Moodle.

Разработка банков тестовых заданий и тестов самоконтроля, текущего, рубежного и промежуточного контроля знаний в среде дистанционного обучения Moodle: структуры банков тестовых заданий; виды вопросов; рекомендации по настройкам тестов для самоконтроля, текущего, рубежного и промежуточного контроля знаний.

Использование электронных УМК на основе интернет-технологий для обучения и контроля знаний студентов. Методы и модели обучения, реализованные в электронных



УМК на основе интернет-технологий. Возможности группового и индивидуального обучения. Доступ студентов и преподавателей к ресурсам системы, курсам и элементам курсов. Примеры организации лабораторных работ и практических (семинарских) занятий.

Особенности организации самоконтроля, текущего, рубежного и промежуточного контроля знаний с использованием УМК в среде дистанционного обучения Moodle. Сценарии контроля знаний. Интерактивность преподавателя в процессе проверки заданий при различных формах контроля знаний.

Анализ сложности тестовых заданий, результатов ответов студентов с использованием средств обработки информации, предоставляемых средой дистанционного обучения Moodle. Рекомендации по созданию адаптивных систем обучения и контроля знаний с использованием информационно-образовательных ресурсов УМК.

Организация самостоятельной подготовки студентов с использованием информационно-образовательных ресурсов электронных УМК: электронных учебных пособий, конспектов лекций, моделирующего программного обеспечения, вопросов для самоконтроля знаний по отдельным дисциплинам, междисциплинарных и дисциплинарных глоссариев и баз данных в среде дистанционного обучения Moodle.

Дистанционные образовательные технологии для организации научной деятельности: доступ к электронным библиотекам системы e-library (РИНЦ), международным базам данных SCOPUS, Web of Science и т.п.

#### 4. Объем учебной дисциплины

Виды учебной работы	В зачетных единицах	В академ. часах
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	<b>1</b>	<b>36</b>
Лекции (Лек)	-	-
Практические занятия (ПЗ)	1	36
Лаборатория	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>2</b>	<b>72</b>
Курсовая работа	-	-
Реферат	1	36
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1	36
<b>Вид контроля: зачет / экзамен</b>		<b>зачет</b>

### 4.5. Программы практик

#### Программа педагогической практики (Б2.1)

**1. Цель педагогической практики** – приобретение знаний и компетенций в области педагогической и учебно-методической работы в высших учебных заведениях, знакомство со спецификой преподавания технических дисциплин в высшей школе, приобретение опыта педагогической деятельности в высшем учебном заведении.

**2. В результате изучения дисциплины аспирант должен:**

*Знать:*

- основы учебно-методической работы в высшей школе;
- основные принципы, методы и формы образовательного процесса в высших учебных заведениях;
- порядок организации, планирования, проведения и обеспечения учебно-образовательного процесса с использованием современных технологий обучения;
- методы контроля и оценки знаний и компетенций учащихся высшего учебного заведения.

*Уметь:*

- выполнять педагогические функции, проводить практические и лабораторные занятия со студенческой аудиторией;
- формулировать и излагать материал преподаваемых дисциплин в доступной и понятной для обучаемых форме, акцентировать внимание учащихся на наиболее важных и принципиальных вопросах преподаваемых дисциплин;
- осуществлять методическую работу по проектированию и организации учебного процесса;
- анализировать возникающие в педагогической деятельности затруднения и способствовать их разрешению.

*Владеть:*

- способностью и готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования;
- методологическими подходами к образовательной деятельности в высшей школе;
- навыками профессионально-педагогической и методической работы в высшем учебном заведении;
- навыками выступлений перед студенческой аудиторией.

### **3. Краткое содержание педагогической практики:**

Педагогическая практика включает этапы ознакомления с учебно-методологическими основами педагогической деятельности в высшей школе и этап практического освоения деятельности педагога высшей школы.

Ознакомление с учебно-методологическими основами педагогической деятельности в высшей школе ведется в направлениях:

- методологические основы педагогики высшей школы на примере организации учебной работы кафедры, включая ознакомление с Федеральными Государственными образовательными стандартами высшего образования, с концепцией многоуровневого образования и ее реализацией, со структурой и профессиональной направленностью педагогической деятельности кафедры. Пути наилучшей организации образовательного процесса на кафедре в целях достижения более качественной подготовки кадров.

- педагогическая деятельность преподавателя вуза, включая принципы, технологии, и методы обучения в вузе на примере организации учебной работы кафедры. Формы организации учебного процесса: лекции, практические, лабораторные занятия. Самостоятельная работа студентов. Контроль качества образования. Рейтинговая оценка результатов обучения, принятая в университете.

Практическое освоение деятельности педагога вуза предусматривает личное участие аспиранта в проведении учебной и научно-методической работы кафедры, включая: участие в проведении студенческих лабораторных практикумов; подготовку и чтение пробных лекций по тематике диссертационной работы для студентов старших курсов бакалавриата и магистратуры; разработку и постановку новой лабораторной работы, подготовку методических указаний к лабораторной работе; участие в

профориентационной работе среди школьников и абитуриентов; участие в работе приемной комиссии и компании по новому набору в вуз; участие в проведении производственных практик студентов бакалавриата и магистратуры; участие в разработке и оформлении рекламных материалов кафедры и вуза.

Конкретное содержание педагогической практики определяется индивидуальным заданием аспиранта с учётом интересов и возможностей кафедры или организации, где она проводится. Индивидуальное задание разрабатывается по профилю специальности аспирантуры с учётом темы диссертационной работы аспиранта.

#### 4. Объем педагогической практики

Вид учебной работы	Объем	
	В зач. ед.	В академ. час.
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
Курсовая работа	-	-
Индивидуальное задание	1	36
Самостоятельное освоение учебно-методических вопросов и приобретение практических навыков педагогической деятельности	3	108
<b>Вид итогового контроля: отчет, зачет с оценкой</b>		

#### Программа научно-исследовательской практики (Б2.2)

**1. Цель научно-исследовательской практики** – приобретение знаний и компетенций в области научно-исследовательской работы в высших учебных заведениях, знакомство со спецификой исследований в высшей школе, приобретение опыта научно-исследовательской деятельности в высшем учебном заведении.

#### **2. В результате изучения дисциплины аспирант должен:**

*Знать:*

- основы научно-исследовательской работы в высшей школе;
- основные принципы, методы и формы научно-исследовательской работы в высших учебных заведениях;
- порядок организации, планирования, проведения и обеспечения научно-исследовательской деятельности с использованием современных технологий исследования.

*Уметь:*

- выполнять исследовательские функции;
- формулировать и излагать материал научно-исследовательской деятельности в доступной и понятной форме;
- осуществлять методическую работу по планированию и проектированию научно-исследовательской работы;
- анализировать возникающие в научно-исследовательской деятельности затруднения и способствовать их разрешению.

*Владеть:*

- способностью и готовностью к научно-исследовательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования;

– методологическими подходами к научно-исследовательской деятельности в высшей школе.

### **3. Краткое содержание научно-исследовательской практики:**

Научно-исследовательская практика включает этапы ознакомления с научно-исследовательской деятельностью в высшей школе и этап практического освоения деятельности исследователя высшей школы.

В ходе ознакомительного этапа аспирант знакомится с проводящимися на кафедре НИР и ОКР в области материалов электроники и фотоники, с соотношением критериев выполнения научных исследований. В ходе выполнения практической части аспирант знакомится с оборудованием и методами исследования, применяемом в ходе НИР и ОКР на кафедре.

Конкретное содержание научно-исследовательской практики определяется индивидуальным заданием аспиранта с учётом интересов и возможностей кафедры или организации, где она проводится. Индивидуальное задание разрабатывается по профилю специальности аспирантуры с учётом темы диссертационной работы аспиранта.

### **4. Объем научно-исследовательской практики**

Вид учебной работы	Объем	
	В зач. ед.	В академ. час.
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<b>Аудиторные занятия:</b>	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР):</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
Курсовая работа	-	-
Индивидуальное задание	1	36
Самостоятельное освоение учебно-методических вопросов и приобретение практических навыков	3	108
<b>Вид итогового контроля: отчет, зачет с оценкой</b>		

#### **4.6. Программа научных исследований**

Целью научных исследований является формирование универсальных компетенций (УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-6), общепрофессиональных компетенций (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4), а также профессиональных компетенций, предусмотренных основной образовательной программой (ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6). В процессе научных исследований аспирант должен подготовить научно-квалификационную работу, которая отвечает критериям, устанавливаемым Министерством образования и науки Российской Федерации в соответствии с Положением о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

Объем научных исследований составляет **144 з.е. (5184 ч)**