

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет/Институт Физико-технический



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

подпись

Т.А. Хагуров

« 31 » мая

2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.В.01 ПРОИЗВОДСТВО И МОДИФИКАЦИЯ
НЕОРГАНИЧЕСКИХ НАНОМАТЕРИАЛОВ

(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки/специальность

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) / специализация

Интегральная электроника, фотоника и нанoeлектроника

(наименование направленности (профиля) / специализации)

Форма обучения очная

Квалификация _____

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины Б1.В.01 Производство и модификация неорганических наноматериалов составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки / специальности 11.03.04 Электроника и микроэлектроника

код и наименование направления подготовки

Программу составил(и):

Бузько Владимир Юрьевич, кандидат химических наук

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание


подпись

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание

подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.В.01 Производство и модификация неорганических наноматериалов утверждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий

протокол № 4 «18» апреля 2025 г.

Заведующий кафедрой радиофизики и нанотехнологий



фамилия, инициалы

подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета/института

протокол № 5 «18» апреля 2025 г.

Председатель УМК факультета/института

фамилия, инициалы


подпись

Рецензенты:

Сухно Игорь Владимирович, директор Центра нанобиотехнологий Кубанского государственного аграрного университета, кандидат химических наук, доцент.

Курченко Николай Юрьевич, заведующий кафедрой Физики Кубанского государственного аграрного университета, кандидат технических наук, доцент.

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

«Производство и модификация неорганических наноматериалов» – интегративная научная дисциплина о разработках, производстве и модификации неорганических наноматериалов. Эта дисциплина связана с исследованием, разработкой и созданием наноразмерных структур и наноматериалов для новых электронных устройств.

Целью изучения дисциплины «Производство и модификация неорганических наноматериалов» является формирование у студентов знаний о разработках, производстве и модификации неорганических наноматериалов.

1.2 Задачи дисциплины.

Задачами освоения дисциплины «Производство и модификация неорганических наноматериалов» являются:

- формирование знаний по основным тенденциям развития и производства неорганических наноматериалов в России и за рубежом;
- формирование знаний по физическим основам основных процессов используемых в производстве и модификации неорганических наноматериалов;
- формирование знаний по технологическим основам проектирования и создания производства и модификации неорганических наноматериалов;
- формирование знаний по технологическим основам модификации неорганических наноматериалов;
- формирование умения экспериментально изготавливать и модифицировать неорганические наноматериалы различного функционального назначения.

В результате изучения дисциплины «Производство и модификация неорганических наноматериалов» студенты должны получить базовые теоретические знания о принципах создания известных и новых неорганических наноматериалов для полупроводниковых и оптоэлектронных устройств и изделий наноэлектроники на основе квантово-размерных структур, для электронных наносенсоров и микросхем. Также изучение данной дисциплины позволит студентам приобрести умения и навыки поиска и анализа научной информации по разработкам неорганических наноматериалов для электронных устройств разных типов.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина Б1.В.01 «Производство и модификация неорганических наноматериалов» для бакалавриата по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника профиля "Нанотехнологии в электронике" является составной частью блока Б1.В. учебного плана и относится к части дисциплин профессионального цикла, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.01).

Дисциплина «Производство и модификация неорганических наноматериалов» базируется на знании дисциплин университетского курса: химии, физики полупроводников, спектральных методов исследования. Освоение дисциплины «Производство и модификация неорганических наноматериалов» позволит выпускникам ориентироваться в разработках, производстве, модификации и метрологии основных современных неорганических наноматериалов различного функционального назначения. На основе этой дисциплины возможно применение результатов обучения студентами при подготовке выпускных квалификационных работ.

Изучение дисциплины «Производство и модификация неорганических наноматериалов» включает аудиторные занятия со студентами (лекции, практические занятия, лабораторные работы), групповые и индивидуальные консультации, написание рефератов, устные доклады, самостоятельную работу студентов с учебной литературой, научными источниками.

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

Изучение учебной дисциплины «Производство и модификация неорганических наноматериалов» направлено на формирование у обучающихся следующих профессиональных компетенций: ПК-2, ПК-5.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен осуществлять регламентную проверку технического состояния оборудования, его профилактический осмотр и текущий ремонт	
ПК-2.1 Знает правила аттестации чистых производственных помещений	Знает: правила аттестации чистых производственных помещений для производства основных неорганических наноматериалов для электроники, методы подготовки чистых производственных помещений для производства и модификации различных неорганических наноматериалов
	Умеет: подготавливать чистые производственные помещения к аттестации.
	Владеет: методами подготовки объектов инфраструктуры чистых производственных помещений для производства и модификации различных неорганических наноматериалов для аттестации
ПК-2.2 Способен проводить аттестацию чистых производственных помещений	Знает: основы аттестации чистых производственных помещений для производства основных неорганических наноматериалов для электроники,
	Умеет: принимать участие в аттестации чистых производственных помещений для производства и модификации неорганических наноматериалов для электроники
	Владеет: трудовыми навыками для аттестации чистых производственных помещений для производства и модификации неорганических наноматериалов для электроники
ПК-2.3. Способен настраивать объекты инфраструктуры чистых производственных помещений	Знает: физико-химические свойства основных неорганических наноматериалов для электроники, методы производства неорганических наноматериалов различного функционального назначения для электроники и правила аттестации и подготовки чистых производственных помещений для производства и модификации различных неорганических наноматериалов
	Умеет: выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик неорганических наноматериалов для подготовки чистых производственных помещений.
	Владеет: методами настройки объектов инфраструктуры чистых производственных помещений для производства и модификации различных неорганических наноматериалов
ПК-5 Способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники	
ПК-5.1 Знает принципы учета видов и	Знает: принципы учета видов и объемов

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
объемов производственных работ	производственных работ для производства и модификации неорганических наноматериалов различного функционального назначения для электроники.
	Умеет: осуществлять учет видов и объемов производственных работ для производства и модификации неорганических наноматериалов различного функционального назначения для электроники.
	Владеет: способами обработки информации для учета видов и объемов производственных работ для производства и модификации неорганических наноматериалов различного функционального назначения для электроники.
ПК-5.2 Способен осуществлять регламентное обслуживание оборудования	Знает: основы осуществления регламентных работ для лабораторного оборудования для производства и модификации неорганических наноматериалов различного функционального назначения для электроники.
	Умеет: осуществлять простые регламентные работы для лабораторного оборудования для производства и модификации неорганических наноматериалов различного функционального назначения для электроники.
	Владеет: способами выполнения регламентных работ для лабораторного оборудования для производства и модификации различных неорганических наноматериалов различного функционального назначения для электроники
ПК-5.3. Способен настраивать высокотехнологичное оборудование в соответствии с правилами настройки и эксплуатации	Знает: методы производства и модификации неорганических наноматериалов различного функционального назначения для электроники и способы настройки оборудования для производства и модификации различных неорганических наноматериалов.
	Умеет: выбирать и реализовывать на практике эффективные способы настройки оборудования для производства и модификации различных неорганических наноматериалов для электроники различного функционального назначения.
	Владеет: эффективными способами настройки оборудования для производства и модификации различных неорганических наноматериалов различного функционального назначения для электроники.

Результаты обучения по дисциплине «Производство и модификация неорганических наноматериалов» достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры/ (часы)
			7
Контактная работа, в том числе:		56,3	56,3
Аудиторные занятия (всего)		56	56
Занятия лекционного типа		12	12
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		22	22
Лабораторные занятия		22	22
Иная контактная работа:		5,3	5,3
Контроль самостоятельной работы (КСР)		5	5
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3
Самостоятельная работа, в том числе:		47	47
Курсовая работа		–	–
Проработка учебного (теоретического) материала		23	23
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		12	12
Реферат		6	6
Подготовка к текущему контролю		6	6
Контроль:		35,7	35,7
подготовка к экзамену		25,7	25,7
Общая трудоемкость	час.	144	144
	в том числе контактная работа	56,3	56,3
	зач. ед.	4	4

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 7 семестре:

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СР
1	2	3	4	5	6	7
1	Основные неорганические наноматериалы для электроники.	17	2	4	4	7
2	Физические принципы процессов, используемых в производстве основных неорганических наноматериалов.	20	2	4	4	10
3	Физические принципы процессов, используемых в модификации неорганических наноматериалов.	22	2	4	6	10
4	Неорганические наноматериалы для нанoeлектроники.	20	2	4	4	10
5	Неорганические наноматериалы для спинтроники.	9	2	2	–	5
6	Неорганические наноматериалы для фотоники и для СВЧ-разработок.	15	2	4	4	5
	Итого по дисциплине:	103	12	22	22	47

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СР – самостоятельная работа.

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	Основные неорганические наноматериалы для электроники.	Квантоворазмерные наноструктуры и наноматериалы для электроники. Наноструктуры с двумерным электронным газом (квантовые ямы), структуры с одномерным электронным газом (квантовые нити), структуры с нульмерным электронным газом (квантовые точки).	КВ / ПЗ
2	Физические принципы процессов используемых в производстве основных неорганических наноматериалов.	Методы мокрой химии, золь-гель синтез, пирохимические методы. Химическое осаждение из паровой фазы. Методы термического осаждения, магнетронного распыления, катодного осаждения, электродугового распыления, плазмосинтез, конденсация с ионной бомбардировкой. Методы выращивания упорядоченных нанонитей и нанотрубок.	КВ / Д / Р / ЛР / ПЗ
3	Физические принципы процессов используемых в модификации неорганических наноматериалов.	Химическое декорирование поверхности наноматериалов. Травление и окисление поверхности наноматериалов. Термический и радиационный отжиг. Нанесение нанопленок на поверхность наноматериалов. Атомно-слоевое осаждение. Жидкофазная эпитаксия. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Нанолитография. Манипулирование наноструктурами и их модифицирование с помощью атомно-силовой спектроскопии.	КВ / Д / Р / ПЗ
4	Неорганические наноматериалы для наноэлектроники.	Основные преимущества приборов на основе неорганических наноматериалов по сравнению с классическими полупроводниковыми приборами. Металлические пленочные наноматериалы. Углеродные нанотрубки и графеновые материалы для наноэлектроники. Наноалмазы для наноэлектроники. Кремниевые и германиевые материалы для наноэлектроники. Материалы на основе гетероструктур. Оксидные наноматериалы для наноэлектроники.	КВ / Д / Р / ЛР / ПЗ
5	Неорганические наноматериалы для спинтроники.	Спиновые эффекты в наноматериалах. Металлические наноматериалы для спинтроники. Наноматериалы на основе металлизированных нанотрубок и интеркалированных нанотрубок.	КВ / Д / Р / ЛР / ПЗ
6	Неорганические наноматериалы для фотоники и для СВЧ-разработок.	Наноматериалы на основе оксида цинка и сульфида цинка. Наноматериалы на основе диоксида титана. Гетеронаноматериалы Si-Ge для наноэлектронных устройств. Нитрид-галлиевые и арсенид-галлиевые наноматериалы. Карбид-кремниевые наноматериалы.	КВ / Д / Р / ЛР / ПЗ

Примечание: КВ – ответы на контрольные вопросы, ЛР – лабораторная работа, ПЗ – выполнение практических заданий, Р – реферат, Д – доклад.

2.3.2 Занятия семинарского типа.

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	Основные неорганические наноматериалы для электроники.	Квантоворазмерные наноструктуры и наноматериалы для электроники. Наноструктуры с двумерным электронным газом (квантовые ямы), структуры с одномерным электронным газом (квантовые нити), структуры с нульмерным электронным газом (квантовые точки).	ПЗ / КВ / Р / Д
2	Физические принципы процессов, используемых в производстве основных неорганических наноматериалов.	Методы мокрой химии, золь-гель синтез, пирохимические методы. Химическое осаждение из паровой фазы.	ПЗ / КВ / Р / Д
3	Физические принципы процессов, используемых в производстве основных неорганических наноматериалов.	Методы термического осаждения, магнетронного распыления, катодного осаждения, электродугового распыления, плазмосинтез, конденсация с ионной бомбардировкой. Методы выращивания упорядоченных нанонитей и нанотрубок.	ПЗ / КВ / Р / Д
4	Физические принципы процессов используемых в модификации неорганических наноматериалов.	Химическое декорирование поверхности наноматериалов. Травление и окисление поверхности наноматериалов. Термический и радиационный отжиг. Нанесение нанопленок на поверхность наноматериалов. Атомно-слоевое осаждение.	ПЗ / КВ / Р / Д
5	Физические принципы процессов используемых в модификации неорганических наноматериалов.	Жидкофазная эпитаксия. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Нанолитография. Манипулирование наноструктурами и их модифицирование с помощью атомно-силовой спектроскопии.	ПЗ / КВ / Р / Д
6	Неорганические наноматериалы для нанoeлектроники.	Металлические пленочные наноматериалы. Углеродные нанотрубки и графеновые материалы для нанoeлектроники. Наноалмазы для нанoeлектроники.	ЛР/ ПЗ / КВ / Р / Д
7	Неорганические наноматериалы для нанoeлектроники	Кремниевые и германиевые материалы для нанoeлектроники. Материалы на основе гетероструктур	ПЗ / КВ / Р / Д
8	Неорганические наноматериалы для нанoeлектроники	Оксидные наноматериалы для нанoeлектроники.	ЛР/ ПЗ / КВ / Р / Д
9	Неорганические наноматериалы для спинтроники.	Спиновые эффекты в наноматериалах. Металлические наноматериалы для спинтроники. Наноматериалы на основе металлизированных нанотрубок и интеркалированных нанотрубок.	ПЗ / КВ / Р / Д
10	Неорганические наноматериалы для фотоники и для СВЧ-разработок.	Наноматериалы на основе оксида цинка и сульфида цинка. Наноматериалы на основе диоксида титана. Гетеронаноматериалы Si-Ge для нанoeлектронных устройства.	ЛР/ ПЗ / КВ / Р / Д
11	Неорганические наноматериалы для фотоники и для СВЧ-	Нитрид-галлиевые и арсенид-галлиевые наноматериалы. Карбид-кремниевые наноматериалы	ПЗ / КВ / Р / Д

разработок.		
-------------	--	--

Примечание: КВ – ответы на контрольные вопросы, ЛР – лабораторная работа, ПЗ – выполнение практических заданий, Р – реферат, Д – доклад.

2.3.3 Лабораторные занятия.

В основе построения лабораторных занятий по учебной дисциплине «Производство и модификация неорганических наноматериалов» лежит последовательность поэтапных действий инженера-исследователя по планированию, подготовке, проведению исследований свойств наноматериалов для электронных устройств на основе наноструктур.

№	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов	Форма текущего контроля
1	Исследование свойств наноразмерных пленок меди.	4	ЛР
2	Изготовление и исследование свойств наноразмерной пленки оксида цинка.	4	ЛР
3	Создание наноразмерной пленки ферритов и исследование ее свойств.	4	ЛР
4	Получение нанопорошка оксида цинка различными методами.	4	ЛР
5	Получение допированных 3d-металлами порошков наночастиц оксида цинка и исследование их свойств.	6	ЛР
<i>Итого:</i>		22	

ЛР - защита лабораторной работы.

Лабораторные работы выполняются в специализированных научно-исследовательских лабораториях НОЦ «Диагностика структуры и свойств наноматериалов» Кубанского государственного университета.

В результате выполнения лабораторных работ у студентов формируется и оценивается требуемые ФГОС и ООП для направления 11.03.04 Электроника и наноэлектроника профиля "Интегральная электроника, фотоника и наноэлектроника" профессиональные компетенции – ПК-2, ПК-5.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов).

Согласно учебному плану курсовые работы (проекты) по данной дисциплине не предусмотрены.

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

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1.	Проработка учебного теоретического материала	Методические указания по изучению теоретического материала, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от 20.03.2017.
2.	Подготовка к защите лабораторных работ	Методические указания по выполнению лабораторных работ, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от 20.03.2017.

3.	Реферат	Бушенева Ю.И. Как правильно написать реферат, курсовую и дипломную работы: Учебное пособие для бакалавров [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – М.: Дашков и К, 2016. – 140 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/93331 . Кузнецов И.Н. Рефераты, курсовые и дипломные работы. Методика подготовки и оформления [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – М.: Дашков и К, 2016. – 340 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/93303 .
4.	Подготовка презентации по теме реферата	Вылегжанина А.О. Деловые и научные презентации [Электронный ресурс]: учебное пособие – Электрон. дан. – М., Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 115 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=446660 .

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

Для формирования профессиональных компетенций в процессе освоения дисциплины «Производство и модификация неорганических наноматериалов» используется технология профессионально-развивающего обучения, предусматривающая не только передачу теоретического материала, но и стимулирование и развитие продуктивных познавательных действий студентов (на основе психолого-педагогической теории поэтапного формирования умственных действий). Активизации и интенсификации познавательного процесса способствуют использование педагогической эвристики и моделирование проблемных ситуаций.

В процессе преподавания дисциплины используются следующие методы:

- лекции;
- домашние задания;
- проблемные задания;
- индивидуальные практические задания;
- контрольные опросы;
- публичная защита лабораторных работ;
- консультации преподавателей;
- самостоятельная работа студентов (изучение теоретического материала, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение домашних работ, подготовка к опросу и зачету).

В рамках лабораторных занятий применяются методы проектного обучения, исследовательские методы, тренинговые формы, метод конкретных ситуаций. В процессе самостоятельной деятельности студенты осваивают и анализируют передовой научно-

исследовательский опыт, используя имеющуюся литературу и информационные технологии, знакомятся с основными научными журналами по вопросам изучения физико-химических свойств наноструктур различных типов, выступают с докладами перед однокурсниками, накапливают багаж знаний, полезных для выполнения выпускной квалификационной работы.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- подробное изучение некоторых разделов дисциплины посредством изучения рекомендуемой дополнительной литературы;
- подробное изучение некоторых разделов дисциплины посредством подготовки сообщений, презентаций, путем написания реферативных работ;
- консультации для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном расширенном изучении разделов дисциплины.

Основные образовательные технологии, используемые в учебном процессе:

- лекции с проблемным изложением;
- обсуждение сложных вопросов и проблем;
- применение метода конкретных ситуаций.

Интерактивные образовательные технологии: не предусмотрены.

- работа в малых группах.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Оценочными средствами для текущего контроля успеваемости являются: ответы на контрольные вопросы, выполнение практических заданий, реферат, доклад.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

4.1.1 Темы рефератов и докладов

В процессе подготовки докладов и рефератов по дисциплине «Производство и модификация неорганических наноматериалов» формируются и оцениваются требуемые ФГОС и ООП для направления 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника профиля «Интегральная электроника, фотоника и нанoeлектроника» профессиональные компетенции – ПК-2, ПК-5.

Ниже приводятся примеры докладов и рефератов для рабочей программы.

1. Наночастицы и наноструктуры в современной микроэлектронике.
2. Наночастицы и наноструктуры в нанoeлектронике.
3. Наноматериалы для углеродная нанoeлектроника.
4. Материалы молекулярной нанoeлектроника.
5. Методы производства углеродных нанотрубок для электроники.
6. Методы производства углеродных нанотрубок для нанoeлектроники.
7. Методы модификации углеродных нанотрубок для нанoeлектроники.
8. Производство боразотных и боркарбонитридных нанотрубок.
9. Производство графена для нанoeлектроники.
10. Производство оксида графена для нанoeлектроники.
11. Модификация графена для нанoeлектроники.
12. Производство графеновых нанонитей.
13. Производство графеновых островных наноструктур.
14. Производство порошков наноалмазов.
15. Производство пленок наноалмазов.
16. Производство квантовых точек полупроводниковых материалов.

17. Производство нанонитей полупроводниковых материалов.
18. Производство нанотрубок полупроводниковых материалов.
19. Производство кремниевых и германиевых наноструктур для электроники.
20. Производство кремниевых гетеронаноструктур для наноэлектроники.
21. Производство наноструктур GaN, InP, InAs для электроники.
22. Производство оксидных наноструктур ZnO для электроники.
23. Производство оксидных наноструктур TiO₂ для электроники.
24. Производство сульфидных наноструктур ZnS и CdS для электроники.
25. Производство сульфидных наноструктур PbS и SnS₂ для электроники.
26. Производство селенидных наноструктур ZnSe, CdSe, PbSe для электроники и оптоэлектроники.
27. Производство теллуридных наноструктур ZnTe, CdTe, PbTe для электроники и оптоэлектронике.
28. Производство нанопленок полупроводниковых материалов для электроники.
28. Производство нанонитей и нанопровода на основе металлов для наноэлектроники.
26. Производство нанопленок металлов для применения в микро- и наноэлектронике.

Перечень частей компетенций, проверяемых оценочным средством:

ПК-2 Способен осуществлять регламентную проверку технического состояния оборудования, его профилактический осмотр и текущий ремонт.

ПК-2.1 Знает правила аттестации чистых производственных помещений.

ПК-2.2 Способен проводить аттестацию чистых производственных помещений.

ПК-2.3. Способен настраивать объекты инфраструктуры чистых производственных помещений

ПК-5 Способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники.

ПК-5.1 Знает принципы учета видов и объемов производственных работ.

ПК-5.2 Способен осуществлять регламентное обслуживание оборудования.

ПК-5.3. Способен настраивать высокотехнологичное оборудование в соответствии с правилами настройки и эксплуатации.

Критерии оценки доклада:

Отметка «зачтено» выставляется студенту, если доклад соответствует предъявляемым к нему требованиям по объему и структуре и высказано собственное суждение по рассматриваемой теме.

Отметка «не зачтено» выставляется студенту, если в докладе отсутствует соответствие между заданной темой реферативной работы и изученными научными источниками, источник плохо проанализирован, собственных суждений по докладу студент не имеет.

Критерии оценки реферата:

– оценка «отлично» выставляется студенту, если реферат соответствует предъявляемым к нему требованиям по объему, структуре, оформлению и при написании реферата студентом была глубоко изучена научная литература, отражены существующие в науке точки зрения и высказано собственное суждение по рассматриваемой теме.

– оценка «хорошо» выставляется студенту, если реферат соответствует предъявляемым к нему требованиям по объему, структуре, оформлению и при написании реферата им была изучена научная литература, отражены существующие в науке точки зрения, но не высказано собственное суждение по рассматриваемой теме, имеются незначительные пробелы в изложении научного материала по теме.

– оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если при написании реферата вопросы темы раскрыты недостаточно полно, имеются недостатки в оформлении реферативной работы.

– оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если в реферате присутствует плагиат, студент не проявил самостоятельности при выполнении научной работы, заимствовал материал, отсутствует соответствие между темой реферативной работы и изученными научными источниками; работа выполнена с грубыми нарушениями требований к оформлению, при защите реферата студентом продемонстрировано отсутствие знаний необходимого материала по теме.

4.1.2 Примеры практических заданий

В процессе подготовки и выполнения практических заданий по дисциплине «Производство и модификация неорганических наноматериалов» формируются и оцениваются требуемые ФГОС и ООП для направления 11.03.04 Электроника и наноэлектроника профиля «Интегральная электроника, фотоника и наноэлектроника» профессиональные компетенции – ПК-2, ПК-5.

Ниже приводятся примеры практических заданий для рабочей программы.

1. Обоснуйте выбор метода производства различных типов углеродных нанотрубок для создания наноразмерного диода различного функционального назначения.

2. Предложите и обоснуйте схему лабораторного изготовления графеновых наночастиц различной морфологии.

3. Предложите и обоснуйте схему лабораторного изготовления кремниевых наночастиц различной размерности.

4. Предложите и обоснуйте схему лабораторного изготовления пленок на основе углеродных нанотрубок.

5. Предложите и обоснуйте схему модификации поверхности графеновых наночастиц для получения различных функциональных свойств.

Перечень частей компетенций, проверяемых оценочным средством:

ПК-2 Способен осуществлять регламентную проверку технического состояния оборудования, его профилактический осмотр и текущий ремонт.

ПК-2.1 Знает правила аттестации чистых производственных помещений.

ПК-2.2 Способен проводить аттестацию чистых производственных помещений.

ПК-2.3. Способен настраивать объекты инфраструктуры чистых производственных помещений.

ПК-5 Способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники.

ПК-5.1 Знает принципы учета видов и объемов производственных работ.

ПК-5.2 Способен осуществлять регламентное обслуживание оборудования.

ПК-5.3. Способен настраивать высокотехнологичное оборудование в соответствии с правилами настройки и эксплуатации.

– оценка **«отлично»**: студент свободно отвечает на данные выше вопросы, активно участвует в дискуссии и в работе научного коллектива, речь отличается грамотностью, использованием профессионально-ориентированной терминологии; допустимы заминки и непродолжительные остановки;

– оценка **«хорошо»**: студент отвечает на данные выше вопросы, участвует в дискуссии и в работе научного коллектива, речь отличается грамотностью, использованием профессионально-ориентированной терминологии; но присутствуют непродолжительные остановки и негрубые ошибки;

– оценка **«удовлетворительно»**: студент не дает полноценного связного ответа на вопрос, но коммуникативный замысел просматривается и в целом содержание можно считать верным, у студента присутствуют некоторые трудности в участии в беседе и работе в научном коллективе, большое количество ошибок в определении рабочих понятий; студент не владеет в достаточной степени навыком филологического анализа текстов романтизма и реализма;

– оценка **«неудовлетворительно»**: студент не дает связного ответа на вопрос или высказывания поверхностны и неясны, у студента трудности в участии в беседе и работе в научном коллективе, большое количество ошибок в определении рабочих понятий.

4.1.3 Контрольные вопросы по учебной программе

Ниже приводятся примеры контрольных вопросов по разделу «Неорганические наноматериалы для нанoeлектроники» рабочей программы дисциплины «Производство и модификация неорганических наноматериалов». Полный комплект контрольных вопросов для основных разделов рабочей программы приводится в ФОС дисциплины «Производство и модификация неорганических наноматериалов».

1. Как изменяются электронные свойства металлических пленочных наноматериалов с увеличением толщины?
2. Как изменяются электронные свойства углеродных нанотрубок с увеличением их длины и толщины?
3. Как можно управлять длиной и толщиной углеродных нанотрубок при их производстве?
4. Какими методами модификации можно управлять длиной углеродных нанотрубок при их производстве?
5. Какие основные параметры наноалмазов определяют их применение в электронных устройствах?
6. Какие основные параметры наноалмазных пленок определяют их применение в электронных устройствах?
7. Как изменяются электронные характеристики графеновых наноструктур с увеличением их длины/толщины?
8. Какие основные параметры графеновых наноструктур определяют их применение в электронных устройствах?
9. Какие основные параметры кремниевых наноструктур определяют их применение в электронных устройствах?
10. Какие методы синтеза кремниевых наноструктур известны для применения в оптоэлектронных устройствах?
11. Какие методы синтеза германиевых наноструктур известны для применения в оптоэлектронных устройствах?
12. Какие основные параметры оксидных наноматериалов определяют их применение в электронных устройствах?

Перечень частей компетенций, проверяемых оценочным средством:

ПК-2 Способен осуществлять регламентную проверку технического состояния оборудования, его профилактический осмотр и текущий ремонт.

ПК-2.1 Знает правила аттестации чистых производственных помещений.

ПК-2.2 Способен проводить аттестацию чистых производственных помещений.

ПК-2.3. Способен настраивать объекты инфраструктуры чистых производственных помещений

ПК-5 Способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники.

ПК-5.1 Знает принципы учета видов и объемов производственных работ.

ПК-5.2 Способен осуществлять регламентное обслуживание оборудования.

ПК-5.3. Способен настраивать высокотехнологичное оборудование в соответствии с правилами настройки и эксплуатации.

Критерии оценки:

Оценка **«зачтено»** ставится, если продемонстрирован достаточный уровень эрудированности студента, выводы и наблюдения самостоятельны, соблюдена культура

устного и письменного изложения материала и в целом продемонстрированы знания и умения необходимых компетенций.

Оценка «не зачтено» ставится, если студент не может дать правильные ответы на 80% вопросов или не соблюдены хотя бы 2 из оставшихся требований.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

4.2.1 Вопросы для подготовки к экзамену

1. Квантоворазмерные наноструктуры и наноматериалы для электроники. (ПК-2)
2. Наноструктуры с двумерным электронным газом (квантовые ямы), структуры с одномерным электронным газом (квантовые нити), структуры с нульмерным электронным газом (квантовые точки). (ПК-5)
3. Методы мокрой химии для производства неорганических наноматериалов. (ПК-2, ПК-5)
4. Золь-гель синтез для производства неорганических наноматериалов. (ПК-2, ПК-5)
5. Пирохимические методы производства неорганических наноматериалов. (ПК-2, ПК-5)
6. Химическое осаждение из паровой фазы неорганических наноматериалов. (ПК-2, ПК-5)
7. Методы термического осаждения производства неорганических наноматериалов. (ПК-2, ПК-5)
8. Магнетронное распыление для производства неорганических наноматериалов. (ПК-2, ПК-5)
9. Катодного осаждение для производства неорганических наноматериалов. (ПК-2, ПК-5)
10. Электродуговое распыление для производства неорганических наноматериалов. (ПК-2, ПК-5)
11. Плазмосинтез для производства неорганических наноматериалов. (ПК-2, ПК-5)
12. Конденсация с ионной бомбардировкой для производства неорганических наноматериалов. (ПК-2, ПК-5)
13. Методы выращивания упорядоченных неорганических нанонитей и нанотрубок для производства наноматериалов. (ПК-2, ПК-5)
14. Химическое декорирование поверхности неорганических наноматериалов. (ПК-2, ПК-5)
15. Травление и окисление поверхности неорганических наноматериалов для изменения их свойств. (ПК-2, ПК-5)
16. Термический и радиационный отжиг неорганических наноматериалов для изменения их свойств. (ПК-2, ПК-5)
17. Нанесение нанопленок на поверхность неорганических наноматериалов. (ПК-2, ПК-5)
18. Атомно-слоевое осаждение для производства неорганических наноматериалов. (ПК-2, ПК-5)
19. Жидкофазная эпитаксия и молекулярно-лучевая эпитаксия для модификации неорганических наноматериалов. (ПК-2, ПК-5)
20. Нанолитография для модификации неорганических наноматериалов. (ПК-2, ПК-5)
21. Манипулирование неорганическими наноструктурами и их модифицирование с помощью атомно-силовой спектроскопии. (ПК-2, ПК-5)
22. Металлические пленочные наноматериалы для электроники. (ПК-2, ПК-5)
23. Углеродные нанотрубки для наноэлектроники. (ПК-2, ПК-5)
24. Графеновые материалы для наноэлектроники. (ПК-2, ПК-5)
25. Наноалмазы для наноэлектроники. (ПК-2, ПК-5)
26. Кремниевые и германиевые материалы для наноэлектроники. Материалы на основе гетероструктур. (ПК-2, ПК-5)

27. Оксидные наноматериалы для наноэлектроники. (ПК-2, ПК-5)
28. Спиновые эффекты в наноматериалах. Металлические наноматериалы для спинтроники. (ПК-2, ПК-5)
29. Наноматериалы спинтроники на основе металлизированных нанотрубок и интеркалированных нанотрубок. (ПК-2, ПК-5)
30. Наноматериалы на основе оксида цинка и сульфида цинка. (ПК-2, ПК-5)
31. Наноматериалы на основе диоксида титана. (ПК-2, ПК-5)
32. Гетеронаноматериалы Si-Ge для наноэлектронных устройства. (ПК-2, ПК-5)
33. Нитрид-галлиевые и арсенид-галлиевые наноматериалы. (ПК-2, ПК-5)
34. Карбид-кремниевые наноматериалы. (ПК-2, ПК-5)

Перечень частей компетенций, проверяемых оценочным средством:

ПК-2 Способен осуществлять регламентную проверку технического состояния оборудования, его профилактический осмотр и текущий ремонт.

ПК-2.1 Знает правила аттестации чистых производственных помещений.

ПК-2.2 Способен проводить аттестацию чистых производственных помещений.

ПК-2.3. Способен настраивать объекты инфраструктуры чистых производственных помещений

ПК-5 Способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники.

ПК-5.1 Знает принципы учета видов и объемов производственных работ.

ПК-5.2 Способен осуществлять регламентное обслуживание оборудования.

ПК-5.3. Способен настраивать высокотехнологичное оборудование в соответствии с правилами настройки и эксплуатации

Оценка знаний на экзамене производится по следующим *критериям*:

– отметка **«отлично»** выставляется студенту, если ответ полный, правильный, самостоятельный, материал изложен в определенной логической последовательности демонстрируется многосторонность подходов, многоаспектность обсуждения проблемы, умение аргументировать собственную точку зрения;

– отметка **«хорошо»** выставляется студенту, если ответ полный и правильный на основе изученных концепций и теорий, материал изложен в определённой логической последовательности, при этом допускаются несущественные ошибки или трактовки ситуаций;

– отметка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если ответ полный, но допущена существенная смысловая ошибка или ответ неполный, несвязный, не проявляются умения обобщать, анализировать, формулировать выводы;

– отметка **«неудовлетворительно»** выставляется, если ответ обнаруживает незнание основного содержания учебного материала.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

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

5.1 Основная литература:

1. Лозовский В. Н., Лозовский С. В. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность. - 3-е изд., испр. - СПб. : Лань, 2024. - 332 с. <https://lanbook.com/catalog/inzhenerno-tehnicheskie-nauki/nanotekhnologii-v-elektronike-vvedenie-v-spetsialnost/>
2. Калинина М. В., Федоренко Н. Ю., Симоненко Т. Л., Шилова О.А. Современные методы получения оксидных нанопорошков и наноструктурированной керамики. - 3-е изд., испр. - СПб. : Лань, 2024. - 72 с. <https://lanbook.com/catalog/inzhenerno-tehnicheskie-nauki/sovremennye-metody-polucheniya-oksidnykh-nanoporoshkov-i-nanostrukturirovannoy-keramiki/>
3. Васильев В. Ю. Введение в технологию химического осаждения из газовой фазы тонких пленок для электроники: оборудование, методология, особенности роста. - 1-е изд., - СПб. : Лань, 2024. - 344 с. <https://lanbook.com/catalog/inzhenerno-tehnicheskie-nauki/vvedenie-v-tehnologiyu-khimicheskogo-osazhdeniya-iz-gazovoy-fazy-tonkikh-plenok-dlya-elektroniki-oborudovanie-metodologiya-osobennosti-rosta/>
4. Джардималиева Г. И., Кыдралиева К. А., Метелица А. В., Уфлянд И. Е. Наноматериалы. Свойства и сферы применения. . - 2-е изд., - СПб. : Лань, 2021. - 200 с. <https://lanbook.com/catalog/khimiya/nanomaterialy-svoystva-i-sfery-primeneniya/>
5. Борисенко В.Е., Воробьева А.И., Данилюк А. Л., Уткина Е.А. - Нанoeлектроника: теория и практика. Издательство "Лаборатория знаний". 2020. Издание 5-е изд. С. 369. – <https://e.lanbook.com/book/151562>
6. Борисенко В. Е., Данилюк А. Л., Мигас Д. Б. - Спинтроника: учебное пособие. Издательство "Лаборатория знаний". 2021. 2-е изд. С. 232. <https://e.lanbook.com/book/176449>
7. Тимофеев В.Б. Оптическая спектроскопия объемных полупроводников и наноструктур. . - 1-е изд., - СПб. : Лань, 2015. - 512 с. <https://lanbook.com/catalog/fizika/opticheskaya-spektroskopiya-obemnyh-poluprovodnikov-i-nanostruktur-65150406/>
8. Наноматериалы: учебное пособие : учеб. пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури. - 5-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2017. - 368 с. - <https://e.lanbook.com/book/94117>.
9. Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям : учебное пособие / Е. Д. Мишина [и др.]. - М. : Лаборатория знаний, 2017. - 187 с. - <https://e.lanbook.com/book/941139>.
10. Электронные свойства и применение нанотрубок [Электронный ресурс] : монография / П. Н. Дьячков. - 3-е изд. (эл.). - Москва : Лаборатория знаний, 2015. - 491 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/66217>.
11. Неорганические наноматериалы : учебное пособие / Э.Г. Раков. - 2-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2015. - 480 с. - <https://e.lanbook.com/book/70727>.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.2 Дополнительная литература

1. Нанoeлектроника [Электронный ресурс]. Учебник для бакалавриата и магистратуры. Сигов А.С. - отв. ред. – 2018. 297 с. – Режим доступа: <https://urait.ru/book/nanoelektronika-413974>

2. Экология наноматериалов : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 152200 "Нанотехнологии" / А. Ю. Годымчук, Г. Г. Савельев, А. П. Зыкова ; под ред. Л. Н. Патрикеева, А. А. Ревинной. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. - 272 с.

3. Драгунов, В. П. Нанoeлектроника в 2 ч. [Электронный ресурс]. Часть 1. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт. – 2017. - 285 с. – Режим доступа: <https://urait.ru/book/nanoelektronika-v-2-ch-chast-1-420921>

4. Нанoeлектроника: теория и практика [Электронный ресурс] : учеб. / В. Е. Борисенко [и др.]. - 4-е. - Москва : Лаборатория знаний, 2015. – 369 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/84103>.

5. Основы нано- и функциональной электроники [Электронный ресурс]. Смирнов Ю.А., Соколов С.В., Титов Е.В. Издательство "Лань". – 2013. 2-е изд., испр. – 320 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5855>

6. Оптоэлектроника и нанофотоника [Электронный ресурс] : учебное пособие / Игнатов А. Н. - СПб. : Лань, 2017. - 596 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/95150>.

7. Современная оптика и фотоника нано- и микросистем [Электронный ресурс] / Кульчин Ю. Н. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2016. - 440 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91158>.

8. Физические основы кремниевой наноэлектроники [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г. И. Зебрев. - 3-е изд. (эл.). - Москва: Лаборатория знаний, 2015. - 243 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66216>.

9. Дробот П. Н. Нанoeлектроника [Электронный ресурс]: учебное пособие. Томск: ТУСУР. – 2016. – 286 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=480771

10. Полупроводник и ферромагнетик монооксид европия в спинтронике [Электронный ресурс] : монография / А. С. Борухович, А. В. Трошин. - 1-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 288 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90864>.

5.3. Периодические издания:

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>

2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

3. Научно-теоретический журнал «Физика твердого тела» <http://journals.ioffe.ru/journals/1>

4. Научно-теоретический журнал «Журнал экспериментальной и теоретической физики» <https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=8682>

5. Научный обзорный журнал «Успехи физических наук» <https://ufn.ru/>

6. Научный обзорный журнал «Успехи химии» <https://www.uspkhim.ru/>

7. Научно-производственный журнал «Нанотехнологии. Экология. Производство». https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=32568

8. Научный обзорный журнал «Российские нанотехнологии». https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=10601

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
9. Springer Journals <https://link.springer.com/>
10. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
11. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
12. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
13. Nano Database <https://nano.nature.com/>
14. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;

14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

На самостоятельную работу студентов по дисциплине «Производство и модификация неорганических наноматериалов», согласно требованиям ФГОС ВО по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника профиля «Интегральная электроника, фотоника и нанoeлектроника», отводится 47 часов от общей трудоемкости дисциплины (144 часов). Сопровождение самостоятельной работы студентов может быть организовано в следующих формах:

- составлением индивидуальных планов самостоятельной работы каждого из студентов с указанием темы и видов занятий, форм и сроков представления результатов;
- проведением консультаций (индивидуальных или групповых), в том числе с применением дистанционной среды обучения.

Критерий оценки эффективности самостоятельной работы студентов формируется в ходе промежуточного контроля процесса выполнения заданий и осуществляется на основе различных способов взаимодействия.

В соответствии с этим при проведении оперативного контроля могут использоваться контрольные вопросы к соответствующим разделам основной дисциплины «Производство и модификация неорганических наноматериалов».

Контроль осуществляется посредством устного опроса студентов по окончании изучения тем учебной дисциплины и выполнения письменных контрольных работ.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы;
- путем написания реферативных работ и анализ результата их открытого доклада;
- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

К средствам обеспечения освоения дисциплины «Производство и модификация неорганических наноматериалов» также относятся электронные варианты дополнительных учебных, научно-популярных и научных изданий по данной дисциплине.

Занятия лекционного типа являются одной из основных форм обучения студентов по дисциплине «Производство и модификация неорганических наноматериалов», во время которых студентам предоставляется возможность ознакомиться с основными научно-теоретическими положениями, проблемами дисциплины, получить необходимое направление и рекомендации для самостоятельной

работы с учебниками, учебными пособиями, при подготовке к семинарским занятиям. Лекция является результатом кропотливой подготовки преподавателя, изучения и обобщения научной и учебной литературы. Столь же усердной должна быть и подготовка студента накануне лекции, посредством изучения соответствующей учебной литературы, повторения ранее пройденных тем.

Во время лекции следует записать дату ее проведения, тему, план лекции, вопросы, которые выносятся на самостоятельное изучение, отметить новинки учебной и научной литературы, рекомендованные лектором. Студентам рекомендуется конспектировать ее основные положения, не стоит пытаться дословно записать всю лекцию, поскольку скорость лекции не рассчитана на дословное воспроизведение выступления лектора в конспекте, тем не менее она является достаточной для того, чтобы студент смог не только усвоить, но и зафиксировать на бумаге сущность затронутых лектором проблем, выводы, а также узловые моменты, на которые обращается особое внимание в ходе лекции. На лекции студенту рекомендуется иметь на столах помимо конспектов также программу курса, которая будет способствовать развитию мнемонической памяти, возникновению ассоциаций между выступлением лектора и программными вопросами. В случае возникновения у студента по ходу лекции вопросов, их следует задавать сразу же или в конце лекции в специально отведенное для этого время.

Лабораторные работы составляют важную часть профессиональной подготовки студентов по дисциплине «Производство и модификация неорганических наноматериалов». Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение студентами лабораторных работ направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;
- формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

Методические указания по проведению лабораторных работ разрабатываются на срок действия рабочей программы дисциплины и включают:

- заглавие, в котором указывается вид работы (лабораторная), ее порядковый номер, объем в часах и наименование;
- цель работы;
- предмет и содержание работы;
- порядок (последовательность) выполнения работы;
- общие правила к оформлению работы;
- контрольные вопросы и задания;
- список литературы (по необходимости).

Состав заданий для лабораторной работы должен быть спланирован с таким расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством студентов.

Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания.

Порядок проведения лабораторных работ в целом совпадает с порядком проведения практических занятий. Помимо собственно выполнения работы для каждой лабораторной работы предусмотрена процедура защиты, в ходе которой преподаватель проводит устный или письменный опрос студентов для контроля понимания выполненных ими измерений, правильной интерпретации полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

Самостоятельная работа содержит следующие виды учебной деятельности студентов:

- теоретическую самоподготовку к лабораторным занятиям и к зачету по конспектам и учебной литературе;
- оформление отчетов по результатам лабораторных работ (о выполненной лабораторной работе студенты отчитываются преподавателю на следующем (очередном) лабораторном занятии);
- подготовка реферата по одной из тем учебной дисциплины;
- подготовка презентации по теме реферата и выступление с докладом на одном из лекционных занятий.

Студенту необходимо систематически работать в течение семестра по изучению теоретического материала и приобретению навыков экспериментальной работы.

Для запоминания лекционного материала (в том числе и в период подготовки к зачету) студенту необходимо хорошо знать свойства памяти и активно пользоваться мнемотехническими приемами, известными из учебной дисциплины «Психология и педагогика». Методические рекомендации по запоминанию можно найти и в Интернете по ключевым словам: «память», «мнемоника», «мнемотехника», «как запомнить учебный материал». Желательно также ознакомиться с приемами конспектирования, т.е. со способами сокращения записи слов и словосочетаний, например, применяемыми в словарях и энциклопедиях.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

При подготовке доклада, который представляет собой научное сообщение, студенты творчески проводят поиск литературных источников и их анализ в соответствии с выбранной тематикой.

Доклад – это результат самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое устное изложение в течении 5-8 минут результатов теоретического анализа или экспериментального исследования в рамках определенной научной темы. В ходе публичного доклада студент должен раскрыть суть анализируемой работы и высказать собственные взгляды на рассматриваемые проблемы.

Подготовка докладов необходима в целях приобретения студентами необходимой профессиональной подготовки, развития умения и навыков самостоятельного поиска и анализа научных источников. С помощью доклада студенты при его прослушивании глубже постигают сложные проблемы курса, учатся лаконично пересказывать содержимое научных источников, обобщать выводы и делать заключение.

Подготовка доклада способствует формированию умения поиска научных источников и развитию умения анализировать научные статьи и сообщения.

Качество доклада оценивается по тому, насколько его содержание соответствует заданной теме, какие использованы первоисточники, насколько последовательно он изложен.

Реферат – это результат самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменной форме полученных результатов теоретического анализа определенной научной темы, где автор должен раскрыть суть исследуемой проблемы, привести существующие разные научные точки зрения, высказать собственные взгляды на рассматриваемые проблемы.

При подготовке реферата, который представляет собой научное сообщение, студент должен изучить и обобщить научную литературу. На основе изученного материала студент раскрывает содержание выбранной темы реферата, акцентируя внимание на актуальные и проблемные вопросы. Реферат должен быть оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми для оформления письменных работ.

Написание реферата необходимо в целях приобретения студентами необходимой профессиональной подготовки, развития умения и навыков самостоятельного научного поиска. С помощью реферата студент глубже постигает наиболее сложные проблемы дисциплины, учиться лаконично излагать свои мысли, докладывать результаты своего труда.

Подготовка реферата способствует формированию научной культуры у выпускника, закреплению у него научных знаний, развитию умения самостоятельно анализировать различные научные источники.

Оформление реферата:

1. Реферат должен иметь следующую структуру: а) план; б) введение; в) изложение основного содержания темы; г) заключение; д) список использованной литературы.

2. Общий объём – 8-10 с. основного текста.

3. Перед написанием должен быть составлен план работы, который обычно включает 2–3 вопроса. План не следует излишне детализировать, в нём перечисляются основные, центральные вопросы темы.

4. В процессе написания работы студент имеет право обратиться за консультацией к преподавателю.

5. В основной части работы большое внимание следует уделить глубокому теоретическому освещению основных вопросов темы, правильно увязать теоретические положения с практикой, конкретным фактическим и цифровым материалом.

6. В реферате обязательно отражается использованная литература, которая является завершающей частью работы.

7. Особое внимание следует уделить оформлению.

8. При защите реферата выставляется дифференцированная оценка.

9. Реферат, не соответствующий требованиям, предъявляемым к данному виду работы, возвращается на доработку.

Рефераты выполняют на листах формата А4. Страницы текста, рисунки, формулы нумеруют. Текст следует печатать шрифтом № 12 с интервалом между строками в 1,5 интервала. Качество реферата оценивается по тому, насколько полно раскрыто содержание темы, использованы первоисточники, логичное и последовательное изложение. Оценивается и правильность подбора основной и дополнительной литературы (ссылки по правилам: фамилии и инициалы авторов, название книги, место издания, издательство, год издания, страница). Объективность оценки работы преподавателем заключается в определении ее положительных и отрицательных сторон, по совокупности которых он окончательно оценивает представленную работу. При отрицательной рецензии работа возвращается на доработку с последующим представлением на повторную проверку с приложением замечаний, сделанных преподавателем.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа (ауд. 230/212/317)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corporation). 2. Интегрированное офисное

		приложение MS Office (© Microsoft Corporation). 3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет. 4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран.
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corporation). 2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation). 3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет. 4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран.
Учебные аудитории А21 и А22 НОЦ ДССН КубГУ для проведения лабораторных занятий	Оборудование: вытяжные шкафы химические, электроплитки лабораторные, электронные весы, сушильный шкаф, растровый электронный микроскоп сверхвысокого разрешения JEOL JSM7500F, спектрометр электронного парамагнитного резонанса JEOL JES-FA300, установка магнетронного напыления Q150T ES, установка для осаждения тонких пленок CCR Copra Cube ISSA, установка ионно-плазменного напыления CCR Copra Cube ISSA	1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corporation). 2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation). 3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет. 4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран.

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-	1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corporation). 2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation). 3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет.

	образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.203)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corporation). 2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation). 3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет. 4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран.