

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический
университет»
(ФГБОУ ВО КНИТУ)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
Бурмистров А.В.
« 04 » 2019г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Устройство и проектирование производств наноматериалов

Направление подготовки 28.03.02 «Наноинженерия»
(шифр) (наименование)

Профиль подготовки Органические и неорганические наноматериалы

Квалификация (степень) выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения ОЧНАЯ

Институт, факультет Институт нефти, химии и нанотехнологий,
факультет наноматериалов и нанотехнологий

Кафедра-разработчик рабочей программы Плазмохимических и
нанотехнологий высокомолекулярных материалов

Курс, семестр 4; 7

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	36	1
Практические занятия	54	1,5
Семинарские занятия	-	
Лабораторные занятия		
Контроль самостоятельной работы		
Самостоятельная работа	90	2,5
Форма аттестации: экзамен, курсовой проект	36	1
Всего	216	6

Казань, 2019 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№ 923 от 19.09.2017). по направлению 28.03.02«Наноинженерия» для профиля подготовки «Органические и неорганические наноматериалы» набора обучающихся 2019 года поступления.

Разработчик программы:

Доцент каф.ПНТВМ

(должность)

(подпись) (Ф.И.О)



Хубатхузин А. А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПНТВМ, протокол № 15 от 02.07.2019 г.

Зав. кафедрой ПНТВМ , профессор



Вознесенский Э.Ф.

УТВЕРЖДЕНО

Начальник УМЦ

(подпись)



Л. А. Китаева

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Устройство и проектирование производств наноматериалов» являются:

- а) формирование у студента знаний об основных методах получения наноматериалов;
- б) формирование знаний об основных свойствах наноматериалов;
- в) формирование общеинженерных навыков при проектировании деталей и узлов оборудования в соответствии с техническим заданием и их использование в области наноинженерии.
- г) формирование умения чтения технического задания и других нормативных документов, используемых в проектировании производств.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Устройство и проектирование производств наноматериалов» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательного процесса и формирует у бакалавров по направлению подготовки 28.03.02 «Наноинженерия» по профилю подготовки «Органические и неорганические наноматериалы» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Устройство и проектирование производств наноматериалов» бакалавр по направлению подготовки 28.03.02 «Наноинженерия» по профилю подготовки «Органические и неорганические наноматериалы» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.В.02 Введение в наноинженерию;
- б) Б1.В.04 Аналитическая химия и физико-химические методы анализа;
- в) Б1.В.09 Методы диагностики в нанотехнологии;
- г) Б1.В.11 Нанохимия

Дисциплина «Устройство и проектирование производств наноматериалов» является предшествующей и необходима для изучения дисциплин:

- а) Б1.В.ДВ.07.01 Композиционные наноматериалы;
- б) Б2.В.02 (П) Производственная практика (преддипломная практика), а также успешного выполнения выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 28.03.02 «Наноинженерия» по профилю подготовки «Органические и неорганические наноматериалы».

3. Компетенции и индикаторы достижения компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ПК-11 Способен разрабатывать новые технологические инструкции и проектировать устройства для проведения процессов модификации наноматериалов и наноструктур

ПК-11.1 Знает углубленные сведения о структуре, физико-химических свойствах, конструкции и назначении наноматериалов и наноструктур; назначение, устройство и принцип действия оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур; правила оформления технологической документации;

ПК-11.2 Умеет оценивать технические и экономические риски при выборе методов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур; составлять и оформлять техническое задание и технологическую документацию;

ПК-11.3 Владеет навыками анализа современного состояния методов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур; разработки технического задания на проведение работ по модернизации оборудования и обеспечению новых методов модификации свойств наноматериалов и наноструктур; разработки новых технологических инструкций

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

- а) современное оборудование и приборы, используемые при получении наноматериалов;
- б) возможности современных приборов для физико-химического анализа веществ;
- в) основные характеристики и свойства наноматериалов, связь с составом и структурой;
- г) методы проектирования и основные этапы создания технических объектов;
- д) основные конструкционные материалы и принципы их использования в производстве получения наноматериалов;
- е) общие закономерности функционирования и развития предприятия, взаимосвязь основных элементов.

2) Уметь:

- а) использовать различные источники информации для получения сведений о новейших исследованиях в области получения наноматериалов;
- б) интерпретировать и оформлять результаты экспериментальных и теоретических работ, формулировать выводы;
- в) проектировать элементы технологического оборудования,

используемые для получения наноматериалов;

г) выбирать материалы с оптимальными свойствами для решения задач наноинженерии;

д) выбирать методы для оценки свойств материалов, используемых в наноинженерии;

е) самостоятельно работать с научной и методической литературой по методам получения наноматериалов;

е) оценивать значение новейших открытий и разработок в области получения наноматериалов.

3) Владеть:

а) навыками разработки новых технологических процессов и оборудования;

б) навыками определения оптимальных условий проведения технологических процессов

4. Структура и содержание дисциплины «Устройство и проектирование производств наноматериалов»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п /п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Семинар (Практические занятия)	Лабораторные работы	КСР	СРС	
1	Введение. Основы планирования производства	7	4	6			10	Устный опрос
2	Классификация наноразмерных материалов	7	2	-			5	Реферат
3	Газовые разряды как средство получения наноматериалов	7	14	21			25	Устный опрос Дискуссия в формате круглого стола
4	Методы получения наноматериалов	7	2	-			4	Реферат
5	Основные этапы создания технических объектов для получения наноматериалов	7	14	27			20	Устный опрос
6	Курсовой проект						36	Защита курсового проекта
ИТОГО			36	54	-		90	
Форма аттестации								Экзамен – 36 часов

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенций
1	<i>Введение. Основы планирования производства</i>	4	Система планирования деятельности предприятия Сущность и модель планирования Методы планирования Нормативная база планирования	Планирование на предприятии - это составная часть производственной сферы как системы знаний о предмете и объекте исследования. Планирование рассматривается с различных точек зрения: как понятие, наука, функция управления, вид экономической деятельности, процесс составления планов. Сущность экономического планирования заключается в обосновании путей достижения цели предприятия. Цель и критерии оценки эффективности основных планов. Классификация планов Методология планирования деятельности предприятия представляет собой совокупность подходов, принципов, предпосылок и методов составления планов. Возможно сочетание различных подходов к формированию плана: индикативные плановые задания для предприятия и директивное планирование - для внутрифирменных подразделений; скользящие показатели бизнес-плана инвестиционного проекта и фиксированный во времени годовой бизнес-план предприятия. Нормативная база планирования включает: - систему норм и нормативов, базы данных по видам норм и нормативов. Исходными данными для планирования являются нормы и нормативы.	<i>ПК-11.1, ПК-11.2, ПК-11.3</i>
2	<i>Классификация наноразмерных материалов</i>	2	Материалы, относящиеся к нанообъектам Энергоэффективность технологических операций.	Классификация наноразмерных материалов. Среды для получения наноматериалов. Пониженное давление, отличие разреженной среды от сплошной	<i>ПК-11.1, ПК-11.2, ПК-11.3</i>
3	<i>Газовые разряды как средство получения наноматериалов</i>	14	Переход от диэлектрика к проводящей среде Механизм возникновения газовых разрядов	Газовые среды являются хорошим диэлектриком и не проводят электрического тока. Для возникновения газового разряда необходимы заряженные частицы. Виды заряженных частиц. Давление, при котором протекают газовые разряды, вакуум. Влияние внешней среды на возникновение газового разряда.	<i>ПК-11.1, ПК-11.2, ПК-11.3</i>

			Упругое и неупругое столкновение частиц. Определение терминов ионизация и эмиссия. Виды эмиссий Термоэлектронная эмиссия. Автоэлектронная эмиссия. Вторичная электронная эмиссия. Фотоэлектронная эмиссия. Возникновение потенциального барьера на границе металл-среда. Работа выхода электрона из металла Классификация газовых разрядов Газовые разряды. Основные отличительные характеристики разрядов. Вольт-амперная характеристика разряда Вольт-амперная характеристика газового разряда Тлеющий разряд. Дуговой разряд.	Ионизация атомов и эмиссия электронов, сходство и различие. Упругие и неупругие столкновения. Возможные случаи образования заряженных частиц. Силы, удерживающие электрон внутри металла, возникновение потенциального барьера. Потенциальный барьер, вывод формулы. Графическое представление потенциального барьера. Энергия Ферми. Краткая характеристика процесса эмиссии: виды эмиссии, вакуумный диод, пространственный заряд. Термоэлектронная эмиссия. Параметры термокатодов (дать краткие определения). Автоэлектронная эмиссия. Определение. Условие возникновения. Виды катодов. Вторичная электронная эмиссия. Определение. Условие возникновения. Вторичная электронная эмиссия. Зависимость коэффициента σ от напряженности электрического поля, от угла падения первичных электронов. Распределение вторичных электронов по энергии. Применение и подавление вторичное электронной эмиссии. Фотоэлектронная эмиссия. Вывод. Формулы $i=f(F)$. Объяснить термин «красная» граница фотоэлектронной эмиссии Влияние внешнего электрического поля на потенциальный барьер, графическое представление. Эффект Шоттки. Вывод. Формулы. Влияние внешнего электрического поля на термоэлектронную эмиссию. Газовые разряды. Лавинообразование электронов и ионов. Несамостоятельный и самостоятельный разряд. Коэффициент Таунсенда. Классификация и краткое определение газовых разрядов. Характеристики газового разряда. Возрастающая, падающая характеристики и т.д. Закон нарастания электронных лавин. Вывод формулы Вольтамперная характеристика. Переход от тлеющего разряда в дуговой. Возникновение тлеющего разряда. Составные части тлеющего разряда. Дуговой разряд. Отличия дугового разряда от тлеющего	
--	--	--	---	--	--

4	Методы получения наноматериалов	2	Механические методы Физические методы Химические методы Биологические методы	Формирование наноразмерных структур может происходить в ходе таких процессов, как фазовые превращения, химическое взаимодействие, рекристаллизация, аморфизация, высокие механические нагрузки, биологический синтез. Как правило, формирование наноматериалов возможно при наличии существенных отклонений от равновесных условий существования вещества, что требует создания специальных условий и, зачастую, сложного и прецизионного оборудования.	<i>ПК-11.1, ПК-11.2, ПК-11.3</i>
5	Основные этапы создания технических объектов для получения наноматериалов	14	Проектирование объектов Конструирование объектов Основные характеристики и требования, предъявляемые к элементам оборудования. Характеристики оборудования. Условия эксплуатации оборудования Стадии и этапы разработки конструкторской и технологической документации Опытно-конструкторская работа. Техническое задание, содержание и назначение. Типы, виды и комплектность конструкторских и технологических документов на проектируемое оборудование. Конструкторская и технологическая документация Организация процесса проектирования-конструирования и освоения технологического оборудования.	Понятие о проектировании и конструировании. Основные этапы создания технических объектов. Виды рабочей конструкторской документации. Общетехнические основы конструирования элементов вакуумного оборудования. Состав конструкторской документации на разных этапах проектирования. «Жизненный» цикл проектирования узлов, агрегатов вакуумного оборудования. Методы проектирования и конструирования оборудования Термины, определения, размерности. Основные характеристики и требования, предъявляемые к деталям, узлам и агрегатам при проектировании элементов вакуумно-технологического оборудования. Какие из них наиболее важны. Формулировка определений и краткое описание характеристик и требований. Опытно-конструкторская работа, основные задачи опытно-конструкторской работы. Основные фазы опытно-конструкторской работы. Основные стадии и этапы разработки конструкторской документации. Номенклатура конструкторских документов. Содержание технического задания, на основании чего оно разрабатывается Типы, виды и комплектность конструкторских документов на проектируемое оборудование. Обозначение изделия и конструкторских документов. Система обозначения конструкторских документов. Графические конструкторские документы. Текстовые конструкторские документы. Классификация конструкторских документов. Основной комплект конструкторских документов. Полный комплект конструкторских документов изделия Формулировка служебного	<i>ПК-11.1, ПК-11.2, ПК-11.3</i>

			Служебное назначение оборудования. Образование производных элементов оборудования на базе унификации и стандартизации. Унификация. Стандартизация. Методика конструирования. Конструктивная преемственность. Взаимозаменяемость деталей и узлов технологического оборудования.	назначения технологического оборудования при его проектировании. Параметры, входящие в служебное назначение проектируемого изделия на этапе его формулировки; факторы, влияющие на формулировку служебного назначения. Исходные данные для проектирования оборудования. Факторы, вызывающие изменение протекания технологического оборудования и как их надо учитывать при проектировании элементов вакуумного технологического процесса. Унификации элементов вакуумного технологического оборудования. Методы создания производственных унифицированных машин. Типы унификации. Цели, достигаемые с помощью унификации. Степень оценки унификации. Стандартизация и чем она отличается от унификации. Степень оценки стандартизации. Классификация методов создания производственных унифицированных машин. Типы взаимозаменяемости деталей и узлов технологического оборудования. Документы, регулирующие взаимозаменяемость. Методика конструирования, конструктивная преемственность. Методы активизации технического творчества. Исходные материалы для проектирования деталей и узлов вакуумного технологического оборудования. Эргономика и технологичность конструкции оборудования. Эстетическое оформление технологического оборудования.	
--	--	--	---	---	--

6. Содержание практических занятий

Цель проведения практических занятий – освоение лекционного материала и применение знаний, навыков и умений при решении практических задач

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема практического занятия	Индикаторы достижения компетенций
1	Методы и нормативная база планирования	6	Содержание и правила составления бизнес-планов. Составление бизнес-плана по получению наноструктурированных	ПК-11.1, ПК-11.2, ПК-11.3

			материалов	
2	<i>Источники образования заряженных частиц. Эмиссия и ионизация атомов газа</i>	21	Определение выхода электронов из металлов по прямым Ричардсона-Дэшмана. Термоэлектронная эмиссия. Расчет удельных значений плотности тока Влияние внешнего электрического поля на работу выхода электронов из твердых тел Протекание электрического тока через разрядный промежуток. Определение температуры электронного газа в разрядном промежутке	<i>ПК-11.1, ПК-11.2, ПК-11.3</i>
3	<i>Основные этапы создания технических объектов для получения наноматериалов</i>	10	Устройства для получения наноструктурированных элементов. Обзор конструкторских решений.	<i>ПК-11.1, ПК-11.2, ПК-11.3</i>
4	<i>Образование производных элементов оборудования на базе унификации и стандартизации</i>	17	Практическая реализация емкостных установок. Составление узла оборудования синтеза наноструктурированных материалов из унифицированных и стандартных блоков. Методика конструирования. Конструктивная преемственность. Высокочастотные емкостные и индукционные установки. Согласование работы отдельных узлов и агрегатов установки между собой.	<i>ПК-11.1, ПК-11.2, ПК-11.3</i>

7. Содержание лабораторных занятий

Учебным планом по направлению «Наноинженерия» проведения лабораторных работ по данной дисциплине не предусмотрено.

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенций
1	<i>Введение. Основы планирования производства</i> <i>Методы и нормативная база планирования</i>	10 5	Информационный поиск Подготовка к экзамену Подготовка устного доклада	<i>ПК-11.1, ПК-11.2, ПК-11.3</i>
2	<i>Газовые разряды как средство получения наноматериалов</i> <i>Источники образования заряженных частиц. Эмиссия и ионизация атомов газа</i> <i>Виды эмиссий</i> <i>Влияние внешнего электрического поля на работу выхода электронов из твердых тел</i> <i>Классификация газовых разрядов</i> <i>Вольт-амперная характеристика газового разряда</i>	25	Информационный поиск Подготовка устного доклада Реферат	<i>ПК-11.1, ПК-11.2, ПК-11.3</i>
3	<i>Основные этапы создания технических объектов для получения наноматериалов.</i>	4	Подготовка курсового проекта Информационный поиск	<i>ПК-11.1, ПК-11.2, ПК-11.3</i>

4	Типы, виды и комплектность конструкторских и технологических документов на проектируемое оборудование Образование производных элементов оборудования на базе унификации и стандартизации	20	Подготовка курсового проекта Подготовка к экзамену	<i>ПК-11.1, ПК-11.2, ПК-11.3</i>
---	---	----	---	----------------------------------

8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КРС	Индикаторы достижения компетенций

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Устройство и проектирование производств наноматериалов» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в положении о рейтинговой системе КНИТУ.

Преподавание дисциплины осуществляется при очной форме обучения в 7 семестре и заканчивается экзаменом.

При изучении дисциплины предусматриваются следующие оценочные средства и формы контроля: выполнение и защита курсового проекта, дискуссия в формате круглого стола, подготовка реферата, экзамен и устный опрос. За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Устный опрос	5	6	10
Дискуссия в формате круглого стола	2	15	25
Реферат	1	15	25
Экзамен		24	40

<i>Итого:</i>		<i>60</i>	<i>100</i>
<i>Курсовой проект</i>	<i>1</i>	<i>60</i>	<i>100</i>

10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1. Основная литература

При изучении дисциплины «Устройство и проектирование производств наноматериалов» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу: .

Основные источники информации	Кол-во экз.
Модификация нанослоев в высокочастотной плазме пониженного давления [Электронный ресурс] : монография / И. Ш. Абдуллин, В. С. Желтухин, И. Р. Сагбиев, М. Ф. Шаехов, Казан. гос. технол. ун-т .— Казань : КГТУ, 2007 .— 370 с. : ил. — 370 с. — ISBN 978-5-7882-0553-3	7 экз. в библиотеке КНИТУ
Бельков, С. А. Основы физики плазмы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Российский федеральный ядерный центр - ВНИИЭФ, С. А. Бельков .— Саров : Российский федеральный ядерный центр - Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики, 2002 .— 100 с. — ISBN 58-5165-623-9	1 экз. в библиотеке КНИТУ
Геллер, В.М. Специальные главы физики: генераторы низкотемпературной плазмы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.А. Хрусталева, С.А. Чипурнов, В.М. Геллер .— Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2008 .— 36 с. — ISBN 978-5-7782-1059-2 .— Режим доступа: https://lib.rucont.ru/efd/2061910	ЭБС «РУКОНТ» https://rucont.ru доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ

11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
--	--------------------

Елисеев, А.А. Функциональные наноматериалы : учебное пособие / А.А. Елисеев, А.В. Лукашин. – Москва : Физматлит, 2010. – 454 с. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68876 – ISBN 978-5-9221-1120-1. – Текст : электронный.	ЭБС «Университетская библиотека online» http://biblioclub.ru доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
Абдуллин И.Ш. Влияние потока высокочастотной плазмы пониженного давления на формовочную способность текстильных материалов из шерстяных и синтетических волокон И.Ш.Абдуллин, В.В. Хамматова, Е.В. Кумпан, К.Э. Разумеев.-Казань: Изд-во Казан.ун-та, 2008 с. – 135.ISBN 978-5-7882-0668-4	5 экз. в УНИЦ
ГОСТ 9.305-84. Покрытия металлические и неметаллические, неорганические. Операции технологических процессов получения покрытий.	docs.cntd.ru/document/1200007401 доступ свободный

10.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины в качестве электронных источников информации, рекомендуется использовать следующие источники:

Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>

ЭБС «Университетская библиотека online» - Режим доступа <http://biblioclub.ru>

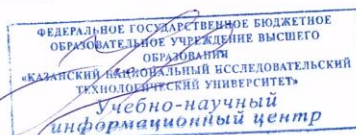
Химическая энциклопедия – Режим доступа - <http://www.chemport.ru/>

ЭБС «Лань» - Режим доступа <http://e.lanbook.com/>

Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации <http://docs.cntd.ru/>

Согласовано:

Зав.сектором ОКУФ



11.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

1. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – доступ свободный <http://docs.cntd.ru/>

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

В качестве материально-технического обеспечения должны использоваться мультимедийные средства; исследовательское оборудование, химическая лаборатория.

Учебные аудитории для проведения учебных занятий по дисциплине «Устройство и проектирование производств наноматериалов» оснащены оборудованием:

- 1) Лабораторное оборудование – не требуется
- 2) Технические средства обучения: Проектор Epson; Экран; Широкоформатный телевизор с возможностью демонстрации презентаций и обучающих фильмов, ноутбук Samsung RV513-S03 RV; Принтер HP LJ Pro, Wi-Fi роутер с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду КНИТУ.
- 3) Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Устройство и проектирование производств наноматериалов»:

Прикладное ПО: Справочная система нормативно-технической информации «Техэксперт» (Договор с Пользователем ИСС №165-Д-6831/17 от 28.12.2017), Справочная правовая система «Консультант Плюс» (Договор №17/2028/Б от 28.04.2017), Автоматизированная библиотечно-информационная система (АБИС) «Руслан» (Договор №01-12/2017 от 18.12.2017)/

Графика и дизайн Corel DRAW Graphics Suite X7 от 18.12.2014 E-14/18

Офисные и деловые программы ABBYY FineReader 9.0 проф от 19.11.2008 № AF90-3S1V01-102

Офисные и деловые программы MS Office 2007 Professional Russian от 16.10.2008 лицензия № 44684779

13. Образовательные технологии

При изучении дисциплины «Устройство и проектирование производств наноматериалов» используются следующие образовательные технологии:

- Модульно – рейтинговая технология с укрупнением блоков теоретического материала;
- Диалоговые технологии (устные опросы, опрос «вопрос- ответ»);
- Компьютерные технологии (Защита реферата с презентацией).

Учебным планом предусмотрено проведение 36 часов практических работ по данной дисциплине в интерактивной форме.

Используется формат круглого стола, в ходе дискуссии выявляется общий уровень знаний студентов как по конкретной тематике, так и в целом. Такие дискуссии позволяют закрепить полученные знания, в свободной форме сформировать мнение студентов об изучаемой дисциплине, ее перспективах и подготовить их к будущей деятельности. Темы дискуссий:

Устройства для получения наноструктурированных элементов. Обзор и обсуждение конструкторских решений.

Правила составления бизнес-планов. Составление бизнес-плана по получению наноструктурированных материалов

Методика конструирования. Конструктивная преемственность.

Также при изучении данной дисциплины в рамках практических работ используется «метод проектов» – выполнение индивидуального или группового проекта по какой – либо теме.

В данном методе учащиеся самостоятельно приобретают недостающие знания из разных источников; учатся пользоваться приобретенными знаниями для решения познавательных и практических задач; приобретают коммуникативные умения, работая в различных группах; развивают исследовательские умения (умения выявления проблем, сбора информации, наблюдения, проведения эксперимента, анализа, построения гипотез, общения); развивают системное мышление.

Группе выдается задание, состоящее из нескольких частей, студенты делятся на подгруппы по предпочтениям и выполняют малые задания, затем объединяя их в единое целое.