

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тамбовский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «ТГТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Директор
Технологического института

_____ Д.Л. Полушкин
« 24 » _____ марта _____ 20 22 г.

**АННОТАЦИИ
К РАБОЧИМ ПРОГРАММАМ ДИСЦИПЛИН**

Направление

28.04.02 Наноинженерия

(шифр и наименование)

Программа магистратуры

Наноинженерия в машиностроении

(наименование профиля образовательной программы)

Кафедра: Техника и технологии производства нанопродуктов

(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой

подпись

А.Г. Ткачев

инициалы, фамилия

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
Б1.О.01 «Международная профессиональная коммуникация»**

Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|--|--|
| УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия | |
| ИД-1 (УК-4) Умеет приобретать с помощью информационных технологий новые знания и умения, необходимые в профессиональной области, в том числе на иностранном(ых) языке(ах) | умеет использовать информационные технологии для получения новых знаний на иностранном языке, касающихся профессиональной деятельности |
| УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия | |
| ИД-1 (УК-5) Имеет способность к самостоятельной адаптации, к изменению социокультурных и социальных условий деятельности | имеет навыки адаптации к изменяющимся условиям социокультурной и социальной жизни, используя для этого иностранный язык |

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Формы промежуточной аттестации

| Форма отчетности | Очная |
|------------------|-----------|
| Зачет | 1 семестр |

Содержание дисциплины

Раздел 1. Профессиональная коммуникация.

Тема 1. Устройство на работу.

Основные виды работы, их краткая характеристика на английском языке; описание обязанностей, связанных с выполнением того или иного вида работы.

Современные требования к кандидату при поступлении на работу. Основные документы при принятии на работу.

Тема 2. Компании.

Структура компании, названия отделов.

Характеристика обязанностей работников отделов, описание работы компании.

Тема 3. Инновации в производственной сфере.

Описание товаров, их особенностей.
Анализ рыночной продукции и конкурентоспособности товаров.

Тема 4. Дизайн и спецификация товара.

Описание дизайна и спецификации товара.
Характеристика и сравнение дизайна различных товаров, представленных на современном рынке.

Раздел 2. Научная коммуникация.

Тема 1. Предоставление исследовательского проекта.

Форма заполнения заявки с описанием исследовательского проекта.
Варианты предоставления исследовательских проектов и их особенности в современном сообществе.

Тема 2. Участие в научной конференции.

Описание форм участия в научных конференциях.
Проведение игровой научной конференции.

Тема 3. Принципы составления и написания научной статьи.

Анализ отрывков из научных статей по различным темам. Введение и отработка новой лексики, клише.
Анализ различных частей научной статьи и их особенностей.

Тема 4. Презентация исследовательского проекта.

Структура презентации в целом и исследовательского проекта, в частности.
Анализ различных проектов и обсуждение их сильных и слабых сторон.

Раздел 3. Деловая коммуникация.

Тема 1. Межличностные и межкультурные отношения.

Традиционные модели поведения в разных странах.
Зависимость деловых отношений от культуры страны.

Тема 2. Проведение переговоров.

Особенности ведения переговоров в разных странах.
Анализ проблем, возникающих при проведении переговоров.

Тема 3. Контракты и соглашения.

Описание форм контрактов и соглашений.
Анализ положений контракта.

Тема 4. Управление проектом.

Описание основных процедур, входящих в систему управления проектом.
Характеристика роли управляющего в компании.

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
Б1.О.02 «Деловое общение и профессиональная этика»**

Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|---|--|
| УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия | |
| ИД-1 (УК-5) Знает закономерности и специфику развития различных культур, особенности межкультурного разнообразия общества в современных условиях | Знает закономерности и специфику развития различных культур, особенности межкультурного разнообразия общества в современных условиях |
| ИД-2 (УК-5) Умеет обеспечивать и поддерживать взаимопонимание между представителями различных культур и навыки общения в мире культурного многообразия | Умеет обеспечивать и поддерживать взаимопонимание между представителями различных культур и навыки общения в мире культурного многообразия |
| ИД-3 (УК-5) Владеет методами предупреждения и разрешения возможных конфликтных ситуаций в межкультурной коммуникации | Владеет методами предупреждения и разрешения возможных конфликтных ситуаций в межкультурной коммуникации |

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Формы промежуточной аттестации

| Форма отчетности | Очная |
|------------------|-----------|
| Зачет | 1 семестр |

Содержание дисциплины

Раздел 1. Основы деловой этики

Тема 1. Этика как наука. Сущность деловой этики, ее базовые документы

Закономерности и специфика развития различных культур, особенности межкультурного разнообразия общества в современных условиях. Фундаментальные трактаты о нравственности Аристотеля и Цицерона. Определение понятий: «этика», «мораль», «нравственность». Роль этики как науки в России. Понятие деловой этики, ее проблемы. Базовые документы деловой этики и задачи, которые они выполняют.

Тема 2. Этические принципы и нормы в деловом общении

Универсальные принципы деловой этики. Международные этические принципы бизнеса. Нормы деловой этики. Принципы этики деловых отношений. Взаимопонимание

между представителями различных культур и навыки общения в мире культурного многообразия

Раздел 2. Профессиональная этика

Тема 1. Понятие, содержание и предмет профессиональной этики

Понятие профессиональной этики, ее предмет и содержание. Цели и задачи профессиональной деятельности, контролирование процесса работы, мотивация и концентрация усилий членов коллектива. Качества личности специалиста, необходимые для выполнения профессионального долга. Правовые и этические нормы поведения, предписывающие определенный тип нравственных отношений между людьми, необходимый для выполнения своей профессиональной деятельности и оценки ее последствий. Разновидности профессиональной этики. Правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия.

Тема 2. Кодексы профессиональной этики

Разновидности кодексов профессиональной этики. Свойства профессиональных кодексов. Основы психологии личности (собственный психотип и акцентуацию характера для определения приоритетов собственной деятельности, оценка и корректировка личностных качеств). Социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия членов коллектива. Толерантное восприятие этих различий. Нормы поведения членов различных профессий.

Раздел 3. Деловое общение

Тема 1. Понятие «деловое общение»: определение, формы, виды, средства, стили

Определение, формы, виды, средства и стили делового общения. Прямое и косвенное деловое общение. Формы и виды устной и письменной коммуникации при изучении и разработке профессиональной документации. Стандартные формы письменного речевого поведения в профессиональной сфере. Материальное, когнитивное и деятельностное деловое общение. Официально-деловой стиль общения. Научный стиль общения. Публицистический и разговорно-бытовой стили общения. Владение коммуникативными нормами в профессиональной деятельности.

Тема 2. Вербальное деловое общение. Невербальное деловое общение. Этикетные нормы делового общения

Деловой разговор, совещания, заседания (анализ, проектирование и организация межличностных, групповых и организационных коммуникаций в команде для достижения поставленной цели). Переговоры: методы ведения и итоги (навыки деловой коммуникации, аргументированного изложения собственной точки зрения, ведения дискуссии и полемики). Публичное ораторское выступление. Отношения со средствами массовой информации: проведение пресс-конференций, презентаций, выставок. Язык мимики и жестов. Позы защиты, уверенности, раздумья, обмана, агрессии. Походка. Умение читать по лицам. Визитные карточки. Деловая переписка. Типы деловых писем. Резюме. Электронные средства связи. Компьютер. Интернет. Web-этикет. E-mail. Факс. Деловые подарки и сувениры. Чаевые. Порядок приветствий, представлений и знакомств. Телефонный этикет. Этикет мобильной связи. Этикет официальных мероприятий.

Раздел 4. Управленческое общение

Тема 1. Законы управленческого общения

Основы управления коллективом и создание благоприятного психологического климата с позиции достижения им общих целей и поставленных конкретных задач. Способы управления коллективом при решении им научно-исследовательских и научно-производственных работ. Методы повышения социальной мобильности. Директивные и

демократические формы управленческого общения. Эффективное управленческое общение, закономерности общения и способы управления индивидом и группой. Первый и второй законы управленческого общения. Приемы формирования аттракции.

Тема 2. Тактика действий в конфликтных и кризисных ситуациях

Принципы общения между членами научного коллектива с целью поддержания хорошего социально-психологического климата, способствующего решению поставленных задач. Методы и навыки эффективного межкультурного взаимодействия. Виды конфликтов. Психологические особенности управления конфликтом в рабочей группе. Роль руководителя в разрешении организационных конфликтов. Действия по преодолению спорных ситуаций. Виды кризисов. Владение навыками поведения и принятия решений в нестандартных ситуациях.

Раздел 5. Имидж делового человека

Тема 1. Понятие «имидж», его психологическое содержание и виды

Терминология. Прототипы имиджа, носители имиджа. Цели формирования имиджа. Стратегии формирования имиджа. Организационные тактики и тактики воздействия. Психологические тактики воздействия на сознание. Теория ожиданий и мотиваций. Принципы развития личности с целью порождения у него способностей к креативной деятельности.

Тема 2. Принципы и технологии формирования профессионального имиджа человека. Принципы и технологии формирования индивидуального имиджа человека

Зависимость содержания имиджа от профессии и должности. Умение работать в коллективе, сопоставляя свои интересы с интересами коллектива в целом. Понятие имиджмейкерства. Специфическая одаренность имиджмейкеров. Секреты профессионализма. Риторическое оснащение имиджмейкера. Приоритетные задачи имиджмейкинга. Речевое воздействие на управление энергетического ресурса человека. Виды индивидуального имиджа: габитарный, овеществленный, вербальный, кинетический и средовый. Стили в одежде: классический, деловой, стиль Шанель. Обувь. Аксессуары: ювелирные украшения, очки, портфель/сумка, портмоне, зонт, мобильный телефон, ручка, зажигалка, часы. Ухоженность. Манера держаться. Одежда для приемов

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
Б1.О.03 «Планирование и организация проведения эксперимента»**

Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|---|--|
| УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий | |
| ИД-1 (УК-1) Имеет опыт обобщения, анализа, систематизации и прогнозирования | формулирует основные принципы применения методов математики и физики, необходимые для постановки эксперимента и обработки экспериментальных данных |
| | применяет основные гипотезы математической статистики для решения задач математической обработки экспериментальных данных, делать качественные выводы из количественных данных |
| | демонстрирует навыки грамотной постановки эксперимента в наноинженерии, использует методы математического анализа, теории вероятностей и математической статистики, основные физические законы для решения задач математической обработки экспериментальных данных и оценки погрешностей |
| ИД-2 (УК-1) Умеет действовать в проблемных ситуациях, несет ответственность за принятые решения | проводит анализ сильных и слабых сторон решения, взвешивает и анализирует возможности и риски, несет ответственность за принятые решения, в том числе в нестандартных ситуациях |
| | разрабатывает организационно управленческие решения, анализирует возможные последствия, оценивает эффективность принятых решений |
| ОПК-4 Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов | |
| ИД-2 (ОПК-4) Имеет навык планирования и проведения эксперимента, анализа экспериментальных результатов | использует достижения науки при постановке и проведении эксперимента в области наноинженерии |
| | классифицирует и находит научно-техническую информацию в области наноинженерии |
| | анализирует научную информацию в своей предметной области знания |
| ИД-2 (ОПК-4) Умеет применять современные методы исследования, критически оценивать и представлять результаты выполненной работы | применяет методы экспертного анализа при решении прикладных инновационных и исследовательских задач |
| | анализирует и оценивает полученные экспериментальные данные |
| ОПК-7 Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области наноинженерии | |
| ИД-1 (ОПК-7) Знает основы патентования результатов интеллектуальной деятельности | применяет знание патентного, авторского права и прав, смежных с авторскими, в своей профессиональной деятельности |
| | определяет динамику развития исследуемого объекта тех- |

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|------------------------------|--|
| | ники по динамике его патентования в РФ |
| | анализирует техническую суть вновь созданных объектов техники и объектов-аналогов, защищенных патентами |
| | составляет описания объектов, защищаемых в качестве полезной модели или изобретения с целью получения патента РФ |

Объем дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

Формы промежуточной аттестации

| Форма отчетности | Очная |
|------------------|-----------|
| Экзамен | 1 семестр |

Содержание дисциплины

Тема 1. Введение в дисциплину.

Основные понятия теории планирования эксперимента. Объект исследования, его представление в виде «черного ящика». Виды входных и выходных переменных. Факторы, общая характеристика факторов, факторное пространство. Выходные показатели, характеристика исследуемых свойств или качеств – отклик, функция отклика, поверхность отклика. Эксперимент как система операций, воздействий и (или) наблюдений, направленных на получение информации об объекте при исследовательских испытаниях. Опыт как отдельная элементарная часть эксперимента. (интерактивная лекция)

Тема 2. Корреляционный и регрессионный анализ.

Вероятностная взаимосвязь между различными переменными. Выборочный коэффициент корреляции. Линейная регрессия. Метод наименьших квадратов. Расчет коэффициентов уравнения регрессии (параметров математической модели объекта исследования). Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии. Проверка адекватности математической модели объекта исследования. Метод множественной корреляции. Простейшие случаи нелинейной корреляции. Метод линеаризации.

Тема 3. Выбор оптимального плана. Критерии оптимального плана.

Разновидности планов эксперимента. Основы построения математических моделей планов экспериментов. Их характеристики. Критерии оптимальности планов экспериментов. Критерии оптимальности, связанные с точностью оценок коэффициентов уравнения регрессии (математической модели объекта исследования). Критерии D-, A-, E-оптимальности и ортогональности. Критерии оптимальности, связанные с точностью получения оценок отклика. Критерии G- оптимальности, ротатабельности и равномерности планирования. Ортогонализация планов экспериментов. Построение планов близких к оптимальному по нескольким критериям.

Тема 4. Планы многофакторных экспериментов.

Полный факторный план (ПФП) и его характеристика. Кодирование факторов. Составление ПФП эксперимента. Организация проведения эксперимента по ПФП,

обработка и анализ его результатов. Дробный факторный план (ДФП). Основная идея ДФП. ДФП для моделей с взаимодействием. Операция смешивания оценок коэффициентов уравнения регрессии. Понятия генерирующих соотношений и определяющих контрастов. Сравнительная оценка дробных реплик. Разрешающая способность реплики. Организация проведения эксперимента по ДФП, обработка и анализ его результатов. Ротатабельное планирование. Реализация принципа последовательного планирования эксперимента. Составление плана эксперимента второго порядка, обработка и анализ его результатов. Многоуровневые факторные планы.

Тема 5. Планы поиска экстремума функции отклика.

Оптимизация объектов исследования. Постановка задачи оптимизации. Методы оптимизации однофакторных объектов. Поиск экстремума функции отклика на основании использования метода золотого сечения и чисел Фибоначчи. Особенности планирования при оптимизации сложных объектов. Понятие о методах условной оптимизации. Особенности оптимизации при наличии нескольких экстремумов. (интерактивная лекция)

Тема 6. Методы оптимизации многофакторных объектов.

Последовательные методы поиска оптимальных решений. Метод Гаусса-Зейделя. Метод случайного поиска. Метод градиента. Метод крутого восхождения (метод Бокса-Уилсона). Симплексный метод оптимизации объектов. Симплекс и его последовательное смещение в направлении к оптимуму. Критерии окончания процесса оптимизации. Особенности планирования и организации эксперимента при использовании различных методов оптимизации. Принцип последовательного планирования при оптимизации объектов исследования.

Тема 7. Выделение существенных факторов

Методы выделения существенных факторов. Планирование отсеивающих экспериментов. Использование метода случайного баланса при составлении плана отсеивающего эксперимента. Организация, проведение и методы анализа результатов отсеивающих экспериментов. Дисперсионный анализ. Однофакторная классификация. Дисперсионный анализ при трехфакторной и четырехфакторной классификации.

Тема 8. Методы построения моделей объектов в условиях дрейфа их характеристик.

Постановка задачи. Метод проверки условий отсутствия дрейфа характеристик объекта. Построение математических моделей в условиях аддитивного дрейфа. Адаптивный метод построения математической модели в условиях неаддитивного случайного дрейфа.

Тема 9. Планирование при выборочном контроле.

Планы выборочного контроля. Одноступенчатый, двухступенчатый и многоступенчатый планы выборочного контроля. Параметры планов выборочного контроля, правила принятия решения. Усеченный выборочный контроль. Адаптация планов выборочного контроля к динамике производства. Способы и правила корректировки планов выборочного контроля. Ослабленный и усиленный планы выборочного контроля.

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
Б1.О.04 «Использование нанотехнологий в производственных процессах»**

Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|---|--|
| ОПК-3 Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в профессиональной области с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений | |
| ИД-1 (ОПК-3) Умеет организовывать и управлять технологическим циклом производства опытных и серийных изделий на основе использования процессов нанотехнологий | знание современного состояния уровня и направлений развития инженерной нанотехнологии |
| | умение решать практико-ориентированные задачи проведения экспертизы опытного производства |
| | владение навыками проведения анализа объектов инженерной нанотехнологии |
| ОПК-6 Способен демонстрировать социальную ответственность за принимаемые решения, учитывать правовые и культурные аспекты, обеспечивать устойчивое развитие при ведении профессиональной и иной деятельности | |
| ИД-1 (ОПК-6) Имеет опыт принятия ответственных решений, с учетом правовых и культурных аспектов взаимоотношений в коллективе | знание технологических процессов производства объектов профессиональной деятельности |
| | умение разрабатывать технологические процессы изготовления изделий на основе комплексного использования наноматериалов |
| | владение навыками эксплуатации современного измерительного оборудования в области профессиональной деятельности |

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Формы промежуточной аттестации

| Форма отчетности | Очная |
|------------------|-----------|
| Зачет | 1 семестр |

Содержание дисциплины

Раздел 1. Введение

Тема 1. Возникновение и развитие микро- и нанотехнологии.

История развития микро- и нанотехнологии.

Тема 2. Материаловедческо-технологический базис и основные организационные принципы.

История появления материаловедческо-технологического базиса и основных организационных принципов.

Раздел 2. Системный подход к процессам микро- и нанотехнологии

Тема 1. Системная модель технологического процесса.

Системная модель технологического процесса: объект, воздействие, процесс. Классификация процессов микро- и нанотехнологии по физико-химической сущности: механический, термический, химический, корпускулярно-полевой; виду процесса: нанесение, удаление, модифицирование; характеру протекания процессов: тотальный, локальный, селективный, избирательный, анизотропный; способу активации: тепло, излучение, поле.

Тема 2. Виды термического и корпускулярно-лучевого воздействий.

Виды термического и корпускулярно-лучевого воздействий: резистивный, лучистый и индукционный нагрев, электронные и лазерные пучки, плазма и ионные пучки. Каталитические свойства поверхности и атомно-силовое воздействие.

Раздел 3. Производственная чистота и гигиена в процессах микро- и нанотехнологии

Тема 1. Чистота помещений и технологических сред.

Чистые помещения: классификация производственных помещений по чистоте воздушной среды и микроклимату, источники загрязнений, способы обеспечения и поддержания чистоты. Вакуум: глубина вакуума, средства откачки и методы контроля. Технологические среды: чистота материалов, воды, газовых сред и жидкостей.

Тема 2. Аппаратура и элементы газовых и жидкостных систем.

Базовые операции очистки жидких и газообразных сред. Очистка поверхности пластин. Безопасность работы в чистых помещениях: токсичные, взрывоопасные и пожароопасные среды. Утилизация отходов.

Раздел 4. Методы неравновесного синтеза наночастиц и нанокomпозитов

Тема 1. Формирование наночастиц в плазме.

Формирование наночастиц в плазме: вакуумно-дуговое распыление, высокотемпературная плазма с СВЧ-стимуляцией. Лазерные импульсные методы синтеза наночастиц: испарение с принудительным охлаждением, фотодиссоциация.

Тема 2. Химический синтез наночастиц и наноматериалов.

Термолиз в газовой фазе при высоких температурах.

Раздел 5. Оборудование и методы нанесения вещества

Тема 1. Оборудование и методы нанесения вещества в вакууме.

Оборудование и методы нанесения вещества в вакууме из молекулярных пучков: вакуум-термическое и электронно-лучевое испарение, молекулярно-лучевая эпитаксия.

Тема 2. Оборудование и методы осаждения из газовой фазы.

Оборудование и методы осаждения из газовой фазы: получение полукристаллического и аморфного оксида и нитрида кремния. Золь-гель технология.

Раздел 6. Оборудование и методы удаления вещества.

Тема 1. Процессы химического травления.

Процессы химического травления: механизмы травления; оборудование, методы и среды для жидкостного и газового травления; маскирующие, «жертвенные» и «стоп»-слои.

Тема 2. Электрохимическое травление.

Ионно-плазменное травление. Избирательные и сверхпрецизионные методы травления.

Раздел 7. Оборудование и методы модифицирования вещества

Тема 1. Оборудование и методы окисления.

Оборудование и методы окисления в газовой и жидких средах. Окисление и нитрирование в плазме.

Тема 2. Диффузионные процессы.

Диффузия примесей. Ионная имплантация. Имплантография. Атомно-зондовое модифицирование.

Раздел 8. Литографические процессы

Тема 1. Классификация базовых методов литографии.

Литографический цикл. Фотошаблоны.

Тема 2. Аппаратура и способы совмещения и экспонирования.

Атомно-зондовая нанолитография.

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
Б1.О.05 «Автоматизированные системы научных исследований»**

Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| ОПК-5 Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов | |
| ИД-1 (ОПК-5) Знает современные информационные технологии для сбора и обработки информации, способы интерпретации полученных данных, основные возможности применения прикладных программных средств для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов | использует современные средства компьютерной техники и информационные технологии в профессиональной деятельности |
| | демонстрирует навыки поиска справочной, технической и научной информации в области нанотехнологий с использованием информационных компьютерных систем |
| | демонстрирует навыки обработки информации при решении задач в области нанотехнологий |
| | демонстрирует навыки разработки математических моделей типовых процессов в области нанотехнологий |

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Формы промежуточной аттестации

| Форма отчетности | Очная |
|------------------|-----------|
| Экзамен | 2 семестр |

Содержание дисциплины

Тема 1. Основные определения и термины автоматизации научных исследований

Цели автоматизации научных исследований. Области применения АСНИ. АСНИ как средства обработки и обобщения экспериментальных данных, получения, корректировки и исследования моделей, используемых затем в других типах автоматизированных систем для управления, прогнозирования или проектирования. Обеспечение адекватности и точности моделей.

Тема 2. Типовые структуры АСНИ

Вычислительная система в АСНИ, её функции. Централизованная и иерархическая структуры АСНИ. Способы включения вычислительной системы в АСНИ. Режим работы вычислительной системы в АСНИ.

Тема 3. Цифро-аналоговое и аналого-цифровое преобразование сигналов

Структурная схема и принципы работы цифро-аналоговых преобразователей. Структурная схема и принципы работы аналого-цифрового преобразователя (АЦП) с динамической компенсацией. Структурная схема и принцип работы АЦП последовательного при-

ближения. Быстродействие и точность работы. Магистральные средства связи ЭВМ с приборами и оборудованием экспериментальных исследований.

Тема 4. Обработка данных в АСНИ

Поле рассеяния данных. Регрессионный анализ данных. Корреляционный анализ данных. Факторный анализ.

Тема 5. Представление научной информации в графическом виде

Способы представления изображений в компьютере. Векторные, растровые изображения. Основные параметры растровых изображений. Математическое описание фрактальных изображений. Фрактальные модели в науке. Фильтрация и обработка изображений. Представление поверхностей.

Тема 6. Поиск, накопление и обработка научной информации

Научные документы и издания. Документные классификации. Информационно-поисковые системы. Научно-техническая патентная информация.

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
Б1.О.06 «Математическое моделирование объектов, систем и процессов»**

Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|--|--|
| ОПК-1 Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области наноинженерии и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей | |
| ИД-1 (ОПК-1) Умеет ставить цели и формулировать задачи, связанные с организацией профессиональной деятельности и научных исследований, составлять отчеты по результатам проведенных исследований; анализировать результаты исследований, включая построение математических моделей объекта исследований | знание принципов математического моделирования основных процессов, относящихся к профессиональной сфере |
| | умение применять методы математического моделирования для решения прикладных задач в профессиональной деятельности |
| | владение навыками математического описания основных процессов, относящихся к профессиональной сфере |
| ОПК-5 Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов | |
| ИД-1 (ОПК-5) Знает современные информационные технологии для сбора и обработки информации, способы интерпретации полученных данных, основные возможности применения прикладных программных средств для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов | знание аналитических и численных методов решения дифференциальных уравнений, используемых в математических моделях, относящихся к профессиональной сфере |
| | умение формулировать постановки задач математического моделирования технологических процессов в области нанотехнологий |
| | владение навыками математического описания основных технологических процессов в области нанотехнологий |

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы.

Формы промежуточной аттестации

| Форма отчетности | Очная |
|------------------|-----------|
| Экзамен | 3 семестр |

Содержание дисциплины

Раздел 1. Введение. Математическое моделирование процессов тепло- и массопереноса

Тема 1. Цели и задачи математического моделирования.

Понятие модели и моделирования. Цели и задачи предмета математического моделирования.

Тема 2. Классификация математических моделей.

Виды математических моделей.

Раздел 2. Системные подходы в математическом моделировании.

Тема 1. Системы и системный подход.

Свойства систем.

Тема 2. Категории системного моделирования.

Структура, функция, состояние. Системный характер технологического объекта.

Раздел 3. Стационарные и нестационарные процессы и объекты.

Тема 1. Статические и динамические объекты.

Непрерывные и периодические процессы.

Тема 2. Оценка степени нестационарности процессов.

Квазистационарные процессы. Равновесные состояния.

Раздел 4. Классификация математических моделей.

Тема 1. Модель идеального смешения.

Особенности и области применения.

Тема 2. Модель идеального вытеснения.

Особенности и области применения.

Тема 3. Ячеечные модели.

Способы выбора и описания локальных областей.

Тема 4. Комбинированные модели.

Застойные зоны, байпасирование, параллельное и последовательное соединение зон идеального перемешивания и идеального вытеснения.

Раздел 5. Процессы переноса энергии и вещества в пространстве.

Тема 1. Механизмы переноса энергии и вещества в пространстве.

Законы сохранения энергии и вещества.

Тема 2. Параболические и гиперболические уравнения математической физики.

Дифференциальное уравнение Фурье-Кирхгофа. Условия однозначности.

Раздел 6. Методы решения задач математической физики в частных производных.

Тема 1. Точные аналитические методы решения дифференциальных уравнений.

Метод разделения переменных. Метод конечных интегральных преобразований. Собственные числа и собственные функции.

Тема 2. Приближенные методы решения дифференциальных уравнений.

Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных. Понятие о конечно-разностных аналогах дифференциальных операторов. Консервативные схемы. Понятие об устойчивости и сходимости решений.

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
Б1.О.07 «Организационно-экономическое проектирование инновационных процессов»**

Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| ОПК-2 Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области наноинженерии и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей | |
| ИД-1 (ОПК-2) Имеет навык проектной деятельности с учетом знаний проектного и финансового менеджмента | Знает основы управления инновационной деятельностью, проектный и финансовый менеджмент |
| | Умеет проектировать мероприятия инновационной деятельности в области наноинженерии |
| | Имеет навыки проектной деятельности в области наноинженерии с учетом знаний проектного и финансового менеджмента |
| ОПК-3 Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в профессиональной области с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений | |
| ИД-2 (ОПК-3) Знает правовые и нормативные акты в сфере экономической, экологической и социальной безопасности при проектировании и изготовлении продукции наноинженерии | Знает нормативно-правовую базу организации инновационной деятельности в области наноинженерии, обеспечивающую экономическую, экологическую и социальную безопасность участников инновационных процессов |
| ОПК-6 Способен демонстрировать социальную ответственность за принимаемые решения, учитывать правовые и культурные аспекты, обеспечивать устойчивое развитие при ведении профессиональной и иной деятельности | |
| ИД-1 (ОПК-6) Имеет опыт принятия ответственных решений, с учетом правовых и культурных аспектов взаимоотношений в коллективе | Знает правовые и культурные аспекты взаимоотношений в коллективе при реализации инновационной политики. |
| | Умеет обоснованно принимать управленческие решения |
| | Имеет опыт разработки управленческих решений и преодоления сопротивления инновациям в коллективе |

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы.

Формы промежуточной аттестации

| Форма отчетности | Очная |
|------------------|-----------|
| Зачет | 2 семестр |

Содержание дисциплины

Раздел 1. Правовое сопровождение инновационной деятельности.

Нормативно-правовая база организации инновационной деятельности в области наноинженерии, обеспечивающую экономическую, экологическую и социальную безопасность участников инновационных процессов.

Раздел 2. Основы инновационного менеджмента.

1. Рынок новаций и чистая конкуренция как фактор формирования спроса на инновации.

Участники рынка новаций и их экономические отношения. Движущие силы конкуренции на рынке новаций. Экономические методы регулирования рынка новаций

Коммерциализация новшеств. Конкурентоспособность организаций, авторов инновационных идей. Инвестиционная привлекательность инноваций, по сравнению с традиционными формами финансовых операций.

Конкуренция и ее экономические последствия. Инновации как способ обеспечения конкурентоспособности организаций в условиях рынка. Экономические критерии инновационной деятельности

Внутриорганизационные экономические факторы и движущие силы инновационной деятельности: потребности в инновациях и сопротивление инновациям.

2. Факторы, критерии и методы определения экономической эффективности инновационных проектов.

Эффективность как универсальный критерий принятия решений при управлении инновациями. Эффективность как соотношение результатов и затрат. Экономические факторы эффективности. Внеэкономические факторы эффективности. Абсолютная и относительная эффективность. Результаты и затраты в инновационной деятельности. Методологические подходы к оценке эффективности: соотношение результатов и затрат, их соизмеримость, сопоставимость и соотнесенность. Принцип кумулятивности (сложения эффектов) при оценке эффективности инноваций. Роль финансовых (денежных) потоков при определении экономической эффективности инновационных проектов

Фактор времени при оценке экономических показателей инноваций. Приведенная стоимость. Дисконтирование. Дисконт и его обоснование. Макроэкономические факторы, влияющие на величину дисконта. Цена капитала как фактор, определяющий дисконт (цена собственного капитала, цена привлеченного капитала, общая цена капитала). Риск инновации и его влияние на дисконт.

Поступления от инновационной деятельности. Затраты на инновации: классификация и способы оценки; смета затрат на проект. Бюджет инновационного проекта.

Методические положения по оценке эффективности инновационных проектов. Экономические показатели целесообразности и эффективности инноваций.

Обоснование эффективности инновационных проектов на основе оценки чистого дисконтированного дохода (чистой текущей стоимости). Срок окупаемости, индекс доходности и среднегодовая рентабельность инвестиций. Понятие внутренней нормы доходности и ее роли при принятии решения о реализации инновации. Точка безубыточности для продуктовых инноваций как один из экономических критериев эффективности

Особенности оценки экономической эффективности организационных инноваций. Показатель годового экономического эффекта.

3. Экономическая экспертиза инновационных проектов и мониторинг реализации инноваций.

Чувствительность и устойчивость инновационных проектов к условиям их реализации. Оценка экономической устойчивости. Уровень устойчивости и методический подход к его определению. Чувствительность и ее экспертиза. Методика моделирования чувствительности инновационных проектов к изменению факторов внутренней и внешней среды.

Сущность экономического мониторинга реализации инноваций, его цели и формы.
Показатели и исходные данные для осуществления мониторинга реализации инноваций
Организация экономического мониторинга при реализации инновационного проекта.

4. Финансовая поддержка инновационной деятельности.

Финансовые аспекты инновационной деятельности. Условия обеспечения конечной финансовой жизнеспособности инновационных проектов.

Движение финансовых средств в процессе разработки и реализации инновационного проекта, принципиальная логистическая кривая - основа финансирования инновационных проектов.

Понятие и виды инвестиций, их использование для финансирования инновационной деятельности: потребительские инвестиции, экономические или капиталобразующие инвестиции, финансовые или портфельные инвестиции.

Классификация форм финансирования инновационной деятельности по условиям, срокам и субъектам финансирования.

Виды деятельности организации и финансовые критерии оценки: прибыльность, стабильность, ликвидность, эффективность использования капитала, рост, добавленная стоимость. Использование финансовых критериев при выборе инновационных проектов.

Раздел 3. Проектирование инновационных процессов

1. Инновационная деятельность на предприятии (в организации).

Особенности регламентации инновационных процессов на макро- и микроуровнях управления.

Логистика инновационных процессов. Проектирование бизнес-процессов инновационной деятельности. Инжиниринг и реинжиниринг бизнес-процессов инновационной деятельности.

Организация мониторинга инновационного процесса.

2. Управление инновационными проектами и программами

Управление проектами как основная технология реализации инноваций. Понятие проекта.

Разработка инновационного проекта и обеспечение его реализации.

Проект как объект управления. Наблюдаемость и управляемость. Определение проекта.

Планирование и управление проектом на основе процессного подхода.

Классификация проектов. Структура проекта и его окружения. Особенности инновационных проектов. Жизненный цикл проекта. Основные стадии и этапы проекта. Линейно-циклический характер процесса управления проектом. Контуры обратной связи в устойчивости и управляемости инновациями. Ситуационный анализ жизненного цикла проекта.

Понятие и определение инновационной программы как объекта управления. Виды научно-технических программ в сфере инновационной деятельности. Методы мультипроектного управления и критерии формирования последовательности проектов. Системные принципы структурирования программ и мегапроектов: принцип обратного проектирования; принцип минимальной функциональной полноты и принцип экономической достаточности решения.

Социо-технический подход к проблеме управления проектами. Команда исполнителей проекта. Ключевая роль руководителя проекта. Взаимодействие руководителя и команды.

Мотивация участников проекта. Типовые схемы организационной структуры управления проектом.

Распределение прав, обязанностей, полномочий и ответственности специалистов для реализации инновационного проекта. Сетевое планирование и управление в организации и координации инновационных проектов. Комплекс программно-технических средств, обеспечивающих управление инновациями в организациях. Документирование инновационных проектов: проектная, плановая и отчетная документация, порядок ее составления, использования и хранения.

Раздел 4. Организация деятельности персонала по продвижению инноваций.

Правовые и культурные аспекты взаимоотношений в коллективе.

Управление коллективом (группой) в процессе внедрения нововведений. Политика внедрения нововведений.

Содержание и стадии процесса принятия управленческого решения. Требования, предъявляемые к технологии менеджмента.

Специфические черты процесса управления. Функциональное содержание процесса управления. Стадии принятия управленческого решения. Организационные решения.

Критерии принятия управленческого решения.

Факторы, определяющие технологию менеджмента. Формальные правила и процедуры принятия управленческого решения.

Факторы межличностных отношений, позволяющие преодолеть силы сопротивления нововведениям: восприятие, организация общения, роли, эмоции, форма влияния на окружающих (власть манипулирование, сотрудничество), форма творческой работы, факторы мотивации и др.

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
Б1.О.08 «Системы автоматизированного проектирования технологического
оборудования»**

Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|---|--|
| ОПК-5 Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов | |
| ИД-1 (ОПК-5) Знает современные информационные технологии для сбора и обработки информации, способы интерпретации полученных данных, основные возможности применения прикладных программных средств для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов | Понимает назначение современных информационных технологий и систем автоматизированного проектирования |
| ОПК-7 Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области наноинженерии | |
| ИД-2 (ОПК-7) Знает основные подходы к разработке нормативно-технической документации | Разрабатывает эскизные, технические и рабочие проекты с использованием информационных технологий и средств автоматизации проектных работ |
| | Использует передовой опыт разработки конкурентоспособных изделий |
| | Разрабатывает с использованием пакетов прикладных программ изделия машиностроения |

Объем дисциплины составляет 8 зачетных единиц.

Формы промежуточной аттестации

| Форма отчетности | Очная |
|------------------|-----------|
| Зачет | 2 семестр |
| Экзамен | 3 семестр |
| Защита КР | 3 семестр |

Содержание дисциплины

Тема 1. Процесс проектирования и объекты проектирования.

Виды изделий. Стадии разработки. Виды и комплектность конструкторских документов. Системы автоматизированного проектирования как комплекс средств автоматизации проектирования.

Тема 2. Топологическое проектирование.

Методы топологического проектирования. Структурные модели. Планирование, реализация и сборка Задачи компоновки, размещения, трассировки и алгоритмы их решения.

Тема 3. Параметрический синтез.

Математические геометрические модели. Позиционные и метрические задачи и алгоритмы их решения. Типы параметризации: табличная, иерархическая, размерная, геометрическая. Двумерная и трехмерная параметризация. Параметры геометрических моделей и отношения между ними.

Тема 4. Автоматизация оформления конструкторской документации.

Требования к подсистемам формирования текстовой и графической документации. Прототипы документов. Унификация и стандартизация. Обозначение изделий и конструкторских документов. Диалоговые приёмы.

Тема 5. Обзор конструкторских САПР и их проектирующих подсистем.

«Легкие, средние, тяжелые» системы. AutoCAD, Компас-3D, T-Flex CAD, AutoDesk Inventor, SolidWorks – достоинства, недостатки, область применения. Степень интеграции CAD/CAM/CAE/CAPP/PDM. Перспективы развития САПР. Обзор возможностей параметрического синтеза и создания библиотек типовых элементов.

Тема 6. Параметрический синтез 2D-графики в T-Flex CAD.

Система координат чертежа. Параметрический каркас. Линии построения. Линии изображения. Слои. Уровни видимости. Основные приемы реализации геометрической параметризации. Переменные. Внешние переменные. Действия (операции) в выражениях. Функции работы с переменными. Редактор переменных. Базы данных и их связь с параметрами изделия. Элементы управления.

Тема 7. Элементы оформления 2D-чертежей в T-Flex CAD.

Основная надпись. Размеры. Штриховка. Допуски формы и расположения. Шероховатость. Оси. Чертежные виды. Группы элементов. Надписи. Таблицы.

Тема 8. Создание сборочных 2D-чертежей в T-Flex CAD.

Специфика работы со сборочными чертежами. Понятие фрагмент. Свойства фрагмента в контексте сборки. Редактирование фрагментов. Ссылки. Управление видимостью объектов фрагмента при вставке в сборку – слои, уровни, приоритеты. Векторы и точки привязки. Коннекторы.

Приемы создания сборочных чертежей методом «от деталей к узлу (снизу-вверх)» и «от узла к деталям (сверху-вниз)».

Тема 9. Параметрический синтез 3D-графики в T-Flex CAD.

Базовый метод создания 3D-графики – рабочая плоскость, элементы формообразования, операции выталкивания, вращения, логического объединения/вычитания/пересечения. Операции: сглаживание, по сечениям, по траектории, отверстие, ребро, отсечение, уклон, спираль. Копии и массивы.

Реализация метода построения – от чертежа к 3D-модели.

Создание видов, разрезов на базе 3D-модели.

Материалы. Источники света.

Тема 10. Создание сборочных 3D-моделей в T-Flex CAD.

Приемы позиционирования фрагментов в трехмерной сцене. Адаптивные фрагменты. Сопряжения. Степени свободы. Использование 3D-библиотек стандартных элементов. Сборка и разборка моделей. 3D расстановка. 3D планировка. Сварка. Детализовка.

Тема 11. Создание типовых параметрических элементов технологического оборудования и собственных библиотек.

Базы данных (внутренние и внешние) в T-Flex CAD и их связь с редактором переменных. Создание переменных на основе базы данных. Элементы управления и их связь с внешними переменными. Конфигурация библиотек и меню документы.

Тема 12. Спецификации в T-Flex CAD.

Свойства спецификации. Редактор спецификаций. Связь со сборочным чертежом. Автоматическая генерация. Включение в спецификацию. Экспорт.

Тема 13. Анимация движения механизмов и узлов. Оптимизация модели.

Выбор определяющих переменных. Задание начальных конечных значений и шага. Создание мультимедиа файла. Задание на оптимизацию. Параметры оптимизации. Алгоритмы оптимизации.

Тема 14. Прочностной и тепловой расчет конструкций в T-Flex CAD - Анализ.

Постановка задачи конечно-элементного и динамического анализа. Генерация сетки. Материал. Нагружение. Ограничение. Тепловая нагрузка. Результаты. Отчеты. Экспорт.

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
Б1.О.09 «Технологическое предпринимательство»**

Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|--|---|
| УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла | |
| ИД-1 (УК-2) Знает процедуру управления проектом на всех этапах его жизненного цикла | Знает этапы жизненного цикла проекта |
| | Знает основные модели/методологии/подходы управления проектом |
| | Знает методики оценки успешности проекта |
| ИД-5 (УК-2) Умеет планировать проект с учетом последовательности этапов реализации и жизненного цикла проекта | Умеет достигать поставленных целей и задач проекта |
| | Умеет составлять и корректировать план управления проектом |
| | Умеет оценивать риски и результаты проекта |
| УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки (и образования в течение всей жизни) | |
| ИД-3 (УК-6) Знает приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки | Знает методики самооценки, саморазвития и самоконтроля |
| | Знает личностные характеристики, способствующие профессиональному развитию |
| | Знает способы самосовершенствования своей деятельности с учетом своих личностных, деловых, коммуникативных качеств |
| ИД-4 (УК-6) Умеет определять приоритеты личностного и профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки | Умеет производить самооценку личностных особенностей и профессиональных качеств в соответствии с конкретной ситуацией |
| | Умеет формулировать цели собственной деятельности и определять пути их достижения с учетом планируемых результатов |
| | Умеет определять приоритеты личностного и профессионального роста |

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Формы промежуточной аттестации

| Форма отчетности | Очная |
|------------------|-----------|
| Зачет | 2 семестр |

Содержание дисциплины

Раздел 1. Основы технологического предпринимательства и бизнес-моделирования.

Тема 1. Введение в инновационное развитие

Сущность и свойства инноваций в IT-бизнесе. Модели инновационного процесса. Роль IT-предпринимателя в инновационном процессе.

Тема 2. Формирование и развитие команды.

Создание команды в IT-бизнесе. Командный лидер. Распределение ролей в команде. Мотивация команды Командный дух.

Тема 3. Бизнес-идея, бизнес-модель, бизнес-план.

Как возникают бизнес-идеи в сфере IT.

Создание IT бизнес-модели.

Формализация бизнес-модели.

Раздел 2. Управление предпринимательской деятельностью.

Тема 4. Маркетинг. Оценка рынка.

Основы маркетинговых исследований. Особенность маркетинговых исследований для высокотехнологичных стартапов в сфере IT. Оценка рынка и целевые сегменты IT-рынка. Комплекс маркетинга IT-компании. Особенности продаж инновационных IT-продуктов.

Тема 5. Разработка продукта.

Жизненный цикл IT-продукта. Методы разработки IT-продукта.

Уровни готовности IT-технологий. Теория решения изобретательских задач. Теория ограничений. Умный жизненный цикл IT-продукта.

Тема 6. Выведение продукта на рынок.

Концепция Customer development в IT-бизнесе. Методы моделирования потребительских потребностей. Модель потребительского поведения на IT-рынке.

Тема 7. Нематериальные активы и охрана интеллектуальной собственности.

Нормативная база. Правовые режимы охраны интеллектуальной собственности в IT-бизнесе. Признание авторства в IT-бизнесе. Разработка стратегии инновационного IT-проекта.

Тема 8. Трансфер технологий и лицензирование.

Трансфер и лицензирование IT-технологий. Типы лицензирования интеллектуальной собственности в IT-бизнесе и их применение. Расчет цены лицензии и виды платежей за IT-продукты.

Раздел 3. Проектный подход к управлению в технологическом предпринимательстве.

Тема 9. Создание и развитие стартапа.

Понятие стартапа в IT-бизнесе. Методики развития стартапа в IT-бизнесе.

Этапы развития стартапа в IT-бизнесе. Создание и развитие малого инновационного предприятия в IT-бизнесе.

Тема 10. Коммерческий НИОКР.

Мировой IT-рынок НИОКР и открытые инновации. Процесс формирования коммерческого предложения для НИОКР-контракта в сфере IT. Проведение переговоров для заключения контракта с индустриальным заказчиком IT-продукта.

Тема 11. Инструменты привлечения финансирования.

Финансирование инновационной деятельности на различных этапах развития IT-стартапа. Финансовое моделирование инновационного IT-проекта.

Тема 12. Оценка инвестиционной привлекательности проекта.

Инвестиционная привлекательность и эффективность IT-проекта. Денежные потоки инновационного IT-проекта. Методы оценки эффективности IT-проектов. Оценка и отбор IT-проектов на ранних стадиях инновационного развития

Тема 13. Риски проекта.

Типология рисков IT-проекта. Риск-менеджмент в IT-бизнесе. Оценка рисков в IT-бизнесе. Карта рисков инновационного IT-проекта.

Тема 14. Инновационная экосистема.

Инновационная IT-среда и ее структура. Концепция инновационного потенциала в IT-бизнесе. Элементы инновационной инфраструктуры в IT-бизнесе.

Тема 15. Государственная инновационная политика.

Современные инструменты инновационной политики. Функциональная модель инновационной политики. Матрица НТИ. Роль университета как ключевого фактора инновационного развития в сфере IT-бизнеса.

Тема 16. Итоговая презентация IT- проектов слушателей (питч-сессия).

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
Б1.В.01 «Метрологическое обеспечение инновационных технологий наноинженерии»**

Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| ПК-2 Способен выполнять работы по организации контроля за параметрами нанотехнологических процессов и качеством производства изделий в области инженерных нанотехнологий | |
| ИД-1 (ПК-2) Умеет составлять технические задания на модернизацию и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур | подготавливает наноматериалы и наноструктуры к измерениям их параметров и к процессу модификации их свойств |
| | проводит измерения параметров наноматериалов и наноструктур |
| | формирует базы данных результатов измерений параметров наноматериалов и наноструктур |
| | проводит статистическую обработку результатов измерений параметров наноматериалов и наноструктур |
| | проводит процесс модификации свойств наноматериалов и наноструктур |

Объем дисциплины составляет 9 зачетных единиц.

Формы промежуточной аттестации

| Форма отчетности | Очная |
|------------------|-----------|
| Экзамен | 1 семестр |
| Экзамен | 2 семестр |
| Защита КР | 2 семестр |

Содержание дисциплины

Модуль 1. Организационные основы нанометрологии

Тема 1. Введение.

Метрология, нанометрология и нанотехнологии. Актуальность метрологического обеспечения нанотехнологий. Нанометрология в России и за рубежом. Концепции развития нанометрологии. Проблемы и задачи метрологического обеспечения нанотехнологий.

Тема 2. Единство измерений.

Основные понятия. Федеральный Закон «Об обеспечении единства измерений». Система обеспечения единства измерений в России.

Тема 3. Стандартизация в области нанотехнологий.

Особенности стандартизации в области нанотехнологий. Задачи стандартизации применительно к нанотехнологиям. Обзор действующих стандартов.

Модуль 2. Техническое обеспечение нанометрологии.

Тема 1. Классификация методов исследования объектов в нанотехнологии.

Способы внешних воздействий на исследуемый объект. Виды регистрируемых ответных сигналов.

Тема 2. Оптические и люминисцентные методы исследования.

Физические принципы оптических и люминисцентных методов. Спектрофотометрия. Спектроскопия комбинационного рассеяния (КР) – Рамановская спектроскопия. Спектральная аппаратура.

Тема 3. Электронные методы исследования.

Электронная микроскопия. Физические принципы электронной микроскопии. Методы электронной микроскопии. Аппаратура электронной микроскопии.

Оже-электронная спектроскопия (ОЭС). Физические принципы ОЭС. Аппаратура ОЭС. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС). Физические принципы РФЭС. Аппаратура РФЭС.

Тема 4. Ионные методы исследования

Спектроскопия рассеяния первичных ионов. Физические принципы спектроскопии рассеяния первичных ионов. Спектроскопия рассеяния медленных ионов (СРМИ). Аппаратура СРМИ.

Вторичная ионная масс-спектрометрия (ВИМС).

Тема 5. Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ).

Сканирующая туннельная микроскопия (СТМ). Физические принципы СТМ. Аппаратура СТМ. Атомно-силовая микроскопия (АСМ). Физические принципы АСМ. Аппаратура АСМ.

Модуль 3. Неопределенность и оценка точности измерения параметров нанобъектов и наноструктур.

Тема 1. Неопределенность и точность наноизмерений.

Основные понятия. Структура неопределенности результата измерения. Неопределенность модели и метода измерений. Неопределенность средства измерения. Неопределенность позиционирования.

Тема 2. Особенности измерения параметров поверхности в сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ).

Интерпретация данных СЗМ. Виды и причины искажения данных СЗМ: пьезокерамика, сканеры, зонды. Методы восстановления формы поверхности в СЗМ.

Тема 3. Особенности анализа химического состава образцов в рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС).

Интерпретация данных рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии. Виды и причины искажения РФЭ спектров: немонахроматичность рентгеновского излучения, геометрия измерения.

Тема 4. Особенности исследования поверхности в растровой электронной микроскопии (РЭМ).

Разрешающая способность РЭМ. Влияние параметров электронного пучка (зонда) на качество изображения.

Модуль 4. Метрологический контроль средств измерений в нанотехнологиях.

Тема 1. Поверка средств измерений.

Основные понятия. Виды и методы поверок.

Тема 2. Калибровка в нанометрологии.

Основные понятия. Эталоны и тест-объекты. Калибровка.

Тема 3. Методики выполнения измерений.

Аттестация методик измерений, утверждение типов средств измерений.

Тема 4. Примеры метрологического контроля средств измерений в нанотехнологиях.

Метрологический контроль РЭМ. Метрологический контроль АСМ.

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
Б1.В.02 «Физические основы современных технологий получения наноматериалов»**

Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|--|---|
| ПК-1 Способен осуществлять планирование, постановку и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий | |
| ИД-2 (ПК-1) Умеет планировать деятельность по разработке продукции и технологических процессов ее изготовления | использует знания физических основ получения наноматериалов в области инженерных нанотехнологий |
| | демонстрирует навыки поиска справочной, технической и научной информации в области нанотехнологий с использованием информационных компьютерных систем |
| | формулирует задание на выполнение проектных работ для изготовления изделий различного конструкционного и функционального назначения, содержащих наноматериалы |
| | выполняет экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий |
| | использует средства измерения, мониторинга и контроля характеристик при получении наноматериалов физическими методами |
| | использует различные методики получения наноматериалов |

Объем дисциплины составляет 9 зачетных единиц.

Формы промежуточной аттестации

| Форма отчетности | Очная |
|------------------|-----------|
| Экзамен | 3 семестр |

Содержание дисциплины

Раздел 1. Нанотехнология

Возникновение нанотехнологии. Основные понятия, задачи и мотивации. Технологические подходы, реализуемые для получения нанопродукции. Концепция развития нанотехнологии.

Раздел 2. Методы исследования, анализа и аттестации наноматериалов

Электронная микроскопия. Дифракционный анализ. Спектральные методы. Методы определения размеров наночастиц.

Раздел 3. Физические методы получения наноматериалов

Получение наноструктурированных материалов методами интенсивной пластической деформации. Методы формирования наночастиц. Методы нанолитографии. Физические методы получения углеродных нанотрубок. Технологии получения графеносодержащих суспензий методом сдвиговой эксфолиацией графита.

Раздел 4. Физические основы современных технологий получения нанокomпозиционных материалов строительного и функционального назначения.

Технологии модифицирования строительных материалов углеродными наноструктурами. Использование полимеркомпозитной арматуры для армирования бетонных изделий. Модифицирование эпоксидных смол графеноподобными наночастицами.

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
Б1.В.03 «Методы диагностики в нанотехнологиях»**

Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|---|--|
| ПК-1 Способен осуществлять планирование, постановку и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий | |
| ИД-1 (ПК-1) Знает способы управления производственной деятельностью работников, осуществляющих отдельные технологические операции технологического процесса | осуществляет постановку задач персоналу |
| | корректирует сетевые графики и календарные планы при изменении технических заданий |
| | контролирует исполнение технологических регламентов |
| | контролирует правильность ведения записей, документирующих технологические операции |
| ПК-2 Способен выполнять работы по организации контроля за параметрами нанотехнологических процессов и качеством производства изделий в области инженерных нанотехнологий | |
| ИД-1 (ПК-2) Умеет составлять технические задания на модернизацию и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур | оценивает технические и экономические риски при выборе методов и оборудования для измерения параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур |
| | оценивает временные затраты на стандартные и нестандартные методы измерения параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур |
| | составляет и оформляет техническое задание |
| | осуществляет взаимодействие с работниками смежных подразделений и сторонних организаций |
| ИД-2 (ПК-2) Умеет планировать испытания инновационной продукции наноиндустрии | составляет и применяет программы и методики испытаний |
| | проводит аттестацию испытательного оборудования и методик испытаний |
| | планирует, организует, контролирует испытания инновационной продукции наноиндустрии |
| | определяет виды испытаний и выбор средств испытаний |
| | обосновывает режимы испытаний, оптимизацию состава и продолжительности испытаний |
| | обрабатывает, оформляет, анализирует результаты испытаний |
| | управляет документацией при испытаниях |
| внедряет и контролирует качество новых методов испытаний инновационной продукции наноиндустрии | |

Объем дисциплины составляет 10 зачетных единиц.

Формы промежуточной аттестации

| Форма отчетности | Очная |
|------------------|-----------|
| Экзамен | 1 семестр |
| Экзамен | 2 семестр |

Содержание дисциплины

Тема 1. Предмет, основные понятия и задачи дисциплины

Определение. Основные понятия теории измерений. Актуальные проблемы современной нанотехнологии. Физические величины. Количественное представление физических величин. Принципы измерений. Фундаментальные ограничения на точность измерений. Ограничения со стороны используемого материала. Приборные, схемные и системные ограничения. Основные понятия теории измерений. Определение. Объекты измерений Классификация измерений. Типы измерений.

Тема 2. Механизмы и физические эффекты, ограничивающие точность измерений

Фундаментальные ограничения на точность измерений. Термодинамические ограничения на точность измерения. Квантовомеханические ограничения. Электромагнитные ограничения. Ограничения, связанные со статистикой Ферми-Дирака и флуктуационной теорией. Ограничения со стороны используемого материала. Ограничения на минимум мощности (энергии) переключения. Ограничения на время переноса (переключения) информации на единицу напряжения. Ограничения на время переключения единичной мощности (время переноса информации на единицу рассеиваемого тепла). Приборные, схемные и системные ограничения.

Тема 3. Взаимодействие электронов с твердым телом.

Взаимодействие электронов с веществом. Классификация процессов взаимодействия электронов с веществом Удельные потери энергии электронами Поперечное сечение Упругое рассеяние. Потенциал взаимодействия. Формула Резерфорда. Неупругое рассеяние электронов (импульсное приближение). Сечение ионизации. Плазмоны. Средняя длина свободного пробега электронов. Потери энергии. Пробеги электронов в твердых телах. Вторичная электронная эмиссия (ВЭЭ).

Тема 4. Взаимодействие рентгеновского излучения с твердым телом.

Тормозное излучение. Формула Крамерса. Характеристическое рентгеновское излучение. Закон Мозли. Строение атома. Квантовые числа, электронные конфигурации и обозначения Принцип Паули. Правило Хунда. Спектроскопические обозначения. LS-связь, jj-связь. Излучательные переходы, правила отбора в дипольном приближении. Обозначения и интенсивность рентгеновских линий. Поглощение рентгеновского излучения. Фотоэффект, вероятность фотоэлектронных переходов, сечение фотоионизации. Массовый и линейный коэффициент поглощения. Растянутая тонкая структура рентгеновского поглощения (EXAFS).

Тема 5. Взаимодействие атомных частиц с поверхностью твердого тела.

Параметры ионных пучков. Атомная масса, заряд ядра, изотопное соотношение. Упругое рассеяние ионов, кинематика рассеяния, рассеяние в центральном поле, сечение и параметр удара. Рассеяние быстрых и медленных ионов. Электронные потери энергии. Ионно-электронная эмиссия (потенциальная и кинетическая). Квазимолекулярный механизм ионизации, диаграммы Фано-Лихтена. Ионное распыление (основные закономерности). Теория Зигмунда (основные понятия). Ядерные потери энергии (импульсное приближение). Потенциалы взаимодействия. Теория ЛШШ (основные понятия). Ионно-ионная эмиссия (основные закономерности, механизм явления).

Тема 6. Методы электронно-зондовой диагностики.

Вторичная электронная эмиссия. Основные закономерности и механизмы. Коэффициент вторичной электронной эмиссии, зависимость от энергии, угла падения, материала мишени, состояния поверхности. Вторичные электронные умножители, микроканальные пластины. Распределение вторичных электронов по энергиям. Истинно вторичные, неупругоотраженные и упругоотраженные электроны. Ионизационные и плазмонные потери энергии, Спектроскопия характеристических потерь энергии электронов.

Растровая электронная микроскопия (основные принципы и аналитические возможности). Механизмы формирования контраста (топологический, химический - от атомного номера Z , в поглощенных электронах, потенциальный, кристаллографический, магнитный, катодолюминисценция). Основные узлы растрового электронного микроскопа. Термоэлектронная эмиссия, уравнение Ричардсона-Дэшмана. Электронная пушка (термоэмиссионный W -катод, LaB_6 -катод). Система формирования зонда, развертка в растр. Детектор вторичных электронов Эверхарда-Торнли. Алгоритмы управления прибором сбора и обработка информации. Особенности анализа непроводящих образцов. Низковакуумный режим. Применение РЭМ для анализа наноструктурированных объектов.

Основы рентгеноспектрального микроанализа (основные принципы и аналитические возможности). Анализаторы с дисперсией по длине волны (принцип работы, основные параметры). Кристалл-анализатор, газовые пропорциональные счетчики. Анализаторы с дисперсией по энергии (полупроводниковый детектор, многоканальный анализатор). Принципы количественного анализа (ZAF -коррекция).

Тема 7. Рентгеновские методы анализа.

Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (основные принципы и аналитические возможности). Фотоэффект. Соотношение Коопмана. Рентгеновские фотоэлектронные спектры (основные и валентные уровни, ширина линий, Оже-серии). Химические сдвиги основных уровней. Вторичная структура спектров (рентгеновские сателлиты, мультиплетное расщепление, сателлиты «встряски» и «стряхивания», дифракция фотоэлектронов). Особенности аппаратной реализации метода РФЭС (источники рентгеновского излучения, особенности энергоанализа фотоэлектронов).

Тема 8. Методы ионной спектроскопии.

Рассеяние быстрых ионов (РБИ). Основные принципы метода. Потери энергии в химических соединениях, правило Брега. Ширина спектра энергии в обратном рассеянии. Форма спектра обратного рассеяния. Принципы послойного анализа. Разрешение по глубине, страгглинг. Ионное распыление и предел чувствительности. Приборная реализация метода РБИ. Полупроводниковый (кремниевый поверхностно-барьерный) детектор ядерных частиц. Применение метода РБИ для исследования многослойных структур субмикронного диапазона. Методы, основанные на эффекте каналирования ионов. Методы и возможности структурных исследований при использовании эффекта каналирования быстрых ионов. Использование эффекта каналирования для исследования тонких наноструктурированных пленок на монокристаллической подложке.

Рассеяние медленных ионов (РМИ) Кинематика рассеяния медленных ионов. Факторы, определяющие поперечную локальность метода. Проблемы количественного анализа в методе РМИ. Особенности приборной реализации метода. Факторы, определяющие разрешение до энергии (массе) рассеянных ионов.

Масс-спектрометрия вторичных ионов (ВИМС). Физические основы метода. Коэффициент ионно-ионной эмиссии (положительные и отрицательные вторичные ионы) Качественный анализ масс-спектров (виды вторичных ионов). Влияние сорта первичных ионов и матричные эффекты. Состояние поверхности и ее влияние на выход вторичных ионов. Приборная реализация метода ВИМС (метод прямого изображения, сканирующий ионный зонд).

Масс-спектрометрические системы (времяпролетные, магнитные, квадрупольные анализаторы). Источники первичных ионов (дуоплазматрон, жидкометаллические источники). Детекторы вторичных ионов. Послойный анализ методом ВИМС. Факторы, определяющие разрешение по глубине. Чувствительность метода ВИМС (факторы, определяющие порог чувствительности) Возможности количественного анализа. Масс-спектрометрия нейтральных атомов.

Тема 9. Полевые методы исследования.

Автоэлектронная (полевая) эмиссия. Теория Фаулера-Нордгейма. Полевой электронный микроскоп Мюллера, физические принципы, устройство, применение. Ионизация атомов в сильных электрических полях (Оппенгеймер, Гомер). Испарение и десорбция полем (механизм явления). Полевой ионный микроскоп с атомным зондом (атомное разрешение)

Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Теория, аппаратная реализация, возможности применения.

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
Б1.В.04 «Моделирование наноматериалов»**

Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|---|--|
| ПК-2 Способен выполнять работы по организации контроля за параметрами нанотехнологических процессов и качеством производства изделий в области инженерных нанотехнологий | |
| ИД-1 (ПК-2) Умеет составлять технические задания на модернизацию и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур | осуществляет анализ современного состояния методов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур |
| | управляет параметрами исходного состояния материала и наноматериала и контролирует их |
| | управляет параметрами конечного состояния материала и наноматериала в процессе обработки материала (по отношению к исходному состоянию и по отношению к требуемому значению) и контролирует их |

Объем дисциплины составляет 9 зачетных единиц.

Формы промежуточной аттестации

| Форма отчетности | Очная |
|------------------|-----------|
| Экзамен | 3 семестр |

Содержание дисциплины

Тема 1. Зонная структура нанотрубок. Метод линейной комбинации атомных орбиталей.

Хиральность нанотрубок. Основы метода ЛКАО. Коэффициенты хиральности. Симметрия полимеров. Симметрия графитового слоя. π -зоны нанотрубок (n, n). π -зоны нанотрубок ($n, 0$).

Тема 2. Моделирование роста фракталов по механизму «агрегация кластер-частица» (по модели Виттена–Сэндера).

Применение теории фракталов для золь-гель-технологии. Основные положения, допущения и ограничения в модели диффузионно-ограниченной агрегации (модели Виттена–Сэндера). Зависимость фрактальной размерности от размерности пространства. Физические нижний и верхний пределы ограничения физических фракталов.

Тема 3. Рост фракталов по механизму кластер-кластерной агрегации.

Механизм кластер-кластерной агрегации. Этапы роста фрактальных агрегатов по механизму кластер-кластерной агрегации. Скейлинг, самоподобие, самоаффинность. Принцип недифференцируемости. Парадокс Лебега.

Тема 4. Моделирование двумерных перколяционных кластеров.

Элементы теории перколяции. Перколяционные задачи на «случайных узлах». Порог протекания, координационная сфера, перколяционный кластер. Влияние 1-ой координационной сферы на значение порога протекания.

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
Б1.В.ДВ.01.01 «Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов»**

Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий | |
| ИД-1 (УК-1) Имеет опыт обобщения, анализа, систематизации и прогнозирования | с использованием методов абстрактного мышления, анализа и синтеза анализирует альтернативные варианты решения исследовательских задач и оценивает эффективность реализации этих вариантов |
| | использует физико-математический аппарат для обработки и представления экспериментальных данных при проведении анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем |
| | интерпретирует полученные экспериментальные данные, владеет разными способами представления результатов обработки экспериментальных данных в графической и математической форме |
| УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели | |
| ИД-1 (УК-3) Имеет опыт в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом | разбирается в различных способах организации исследовательских и проектных работ и управления коллективом |
| | использует на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ |
| | организует исследовательские и проектные работы |
| ПК-2 Способен выполнять работы по организации контроля за параметрами нанотехнологических процессов и качеством производства изделий в области инженерных нанотехнологий | |
| ИД-2 (ПК-2) Умеет планировать испытания инновационной продукции наноиндустрии | собирает, анализирует и обобщает данные по испытаниям инновационной продукции наноиндустрии |
| | производит статистическую обработку данных по испытаниям инновационной продукции наноиндустрии |
| | планирует проведение работ по испытаниям инновационной продукции наноиндустрии |

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Формы промежуточной аттестации

| Форма отчетности | Очная |
|------------------|-----------|
| Экзамен | 3 семестр |

Содержание дисциплины

Тема 1. Объекты и методы исследований.

Исследуемые свойства нано- и микроструктур и методы их контроля. Структурные дефекты и методы их исследований. Влияние дефектов на электрические, оптические, тепловые и механические свойства материалов.

Тема 2. Электрические и электрохимические методы исследований наноструктур.

Электропроводность. Концентрация носителей заряда. Подвижность носителей. Время жизни неравновесных носителей. Поверхностная проводимость и поверхностная концентрация носителей заряда. Вольт-фарадные характеристики полупроводниковых структур. Исследование электрохимических процессов на поверхности структур. Полярграфия.

Тема 3. Оптические методы исследования

Электронная спектроскопия. Молекулярная спектроскопия. Спектроскопия рамановского рассеяния. Эллипсометрия. Оптическая микроскопия. Оптическая профилометрия поверхности структур. Конструкция и характеристики некоторых устройств.

Тема 4. Рентгеновские методы исследования структуры и состава материалов

Физические основы методов. Рентгенофазный, рентгеноспектральный методы. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Конструкция и устройство аппаратуры для рентгенофазового и рентгеноспектрального (электроннозондового) анализа.

Тема 5. Ядерно-физические методы анализа

Методы оже-спектроскопии, масс-спектроскопия вторичных ионов и методы обратного резерфордского рассеяния. Измерение концентрации концентрационных профилей. Аппаратурная реализация.

Тема 6. Электронная и ионная микроскопия

Просвечивающая и растровая электронная микроскопия. Сканирующая ультразвуковая микроскопия. Аппаратурная реализация.

Тема 7. Атомносиловая и туннельная микроскопия

Устройство и физические принципы работы сканирующего туннельного микроскопа (СТМ). Вольтамперная характеристика туннельного контакта металл-вакуум-металл. Формула Симмонса. Контраст работы выхода в СТМ. Устройство и физические основы работы оптико-механического атомносилового сенсора в контактном режиме. Применение СЗМ для исследования пространственного распределения температуры поверхности твердых тел и микроэлектронных приборов. Методы визуализации СЗМ изображений. Статический анализ СЗМ данных.

Тема 8. Подготовка образцов и эксплуатация аналитических комплексов

Подготовка образцов и эксплуатация аналитических комплексов

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
Б1.В.ДВ.01.02 «Методы исследования нанообъектов и нанотехнологических процессов»**

Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий | |
| ИД-1 (УК-1) Имеет опыт обобщения, анализа, систематизации и прогнозирования | с использованием методов абстрактного мышления, анализа и синтеза анализирует альтернативные варианты решения исследовательских задач и оценивает эффективность реализации этих вариантов |
| | использует физико-математический аппарат для обработки и представления экспериментальных данных при проведении анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем |
| | интерпретирует полученные экспериментальные данные, владеет разными способами представления результатов обработки экспериментальных данных в графической и математической форме |
| УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели | |
| ИД-1 (УК-3) Имеет опыт в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом | разбирается в различных способах организации исследовательских и проектных работ и управления коллективом |
| | использует на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ |
| | организует исследовательские и проектные работы |
| ПК-2 Способен выполнять работы по организации контроля за параметрами нанотехнологических процессов и качеством производства изделий в области инженерных нанотехнологий | |
| ИД-2 (ПК-2) Умеет планировать испытания инновационной продукции наноиндустрии | собирает, анализирует и обобщает данные по испытаниям инновационной продукции наноиндустрии |
| | производит статистическую обработку данных по испытаниям инновационной продукции наноиндустрии |
| | планирует проведение работ по испытаниям инновационной продукции наноиндустрии |

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Формы промежуточной аттестации

| Форма отчетности | Очная |
|------------------|-----------|
| Экзамен | 3 семестр |

Содержание дисциплины

Тема 1. Особенности наносостояния вещества

Понятие о наноструктурах, нанообъектах, нанотехнологиях и наносостоянии вещества. Основные типы структур наноматериалов. Структурные и субстратные особенности наночастиц. Квантовые и размерные наноэффекты. Особенности исследовательской и диагностической работы с нанообъектами и нанотехнологическими процессами.

Тема 2. Исследование физических характеристик нанообъектов

Собционные методы анализа текстуры пористых материалов: интегральный метод БЭТ, методы сравнения абсолютных величин адсорбции, t-метод де Бура и Липпенса, α_s -метод Синга. Теория Дубинина. Приборы для измерения удельной поверхности по адсорбции газов. Ртутная порометрия. Эталонная порометрия. Методы измерения плотности: весовой метод, метод взвешивания в псевдооживленном слое, метод гидростатического взвешивания, механические, радиоизотопные, рентгенографические, ультразвуковые методы. Методы измерения кажущейся плотности сыпучих материалов: пикнометрия, газовая пикнометрия, методы вытеснения ртути, диэлькометрический метод. Методы измерения истинной плотности частиц: механический, титрационный, газовая пикнометрия.

Тема 3. Исследование механических характеристик нанообъектов

Одноосное растяжение. Диаметральное сжатие. Нагружение внутренним давлением. Испытания при изгибе. Трещиностойкость: концепция линейной механики разрушения, энергетическая концепция трещиностойкости, R-кривые сопротивления распространению трещины. Замедленное разрушение.

Тема 4. Диагностика твердости, микро- и нанотвердости

Определение твердости при вдавливании шарика (по Бринеллю), при вдавливании пирамиды (по Виккерсу), при вдавливании шарика или конуса с предварительным нагружением (по Роквеллу). Микротвердость. Наноидентирование. Альтернативные методы определения твердости.

Тема 5. Дифракционные методы исследований нанообъектов

Основы теории дифракции. Дифракция на кристаллических решетках. Дифракция излучения в аморфных веществах. Размерные эффекты в дифракционных картинах наноструктур. Использование дифракционных методов для характеристики функциональных свойств наносистем.

Тема 6. Микроскопические методы исследования структуры нанообъектов и ее изменения в ходе различных процессов

Растровая электронная микроскопия: подготовка образцов для исследования, особенности растрового электронного микроскопа. Просвечивающая электронная микроскопия: особенности просвечивающего электронного микроскопа и его разрешающая способность, контраст и формирование изображения, электронография. Сканирующая зондовая микроскопия: сканирующая туннельная микроскопия, атомно-силовая микроскопия, зонды для туннельной и атомно-силовой микроскопии.

Тема 7. Спектроскопические методы анализа нанообъектов и наносистем

Радиоспектроскопия: микроволновая спектроскопия, ядерный магнитный резонанс (ЯМР) и электронный парамагнитный резонанс (ЭПМР). ИК- и КР-спектроскопия. Рентгеновская спектроскопия поглощения (EXAFS, XANES). Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС). Рентгенофлуоресцентная микроскопия. Мессбауэровская спектроскопия.

Тема 8. Методы исследования электрических, магнитных и тепловых свойств наноматериалов

Измерение длины свободного пробега электронов в наноматериалах. Электропроводность нанообъектов и нанокомпозитов. Работа выхода электрона в наносредах. Исследование явления сверхпроводимости в наноматериалах. Вещества в однодоменном состоянии. Исследование суперпарамагнетизма наночастиц. Размерная зависимость коэрцитивной силы и намагниченности насыщения. Исследование размерной зависимости теплоемкости. Теплопроводность кристаллической решетки и температура Дебая в наноматериалах.

Тема 9. Обработка результатов исследования нанообъектов и нанотехнологических процессов

Анализ данных эксперимента. Исключение резко выделяющихся величин. Определение коэффициентов регрессии методом наименьших квадратов. Определение доверительных интервалов выходного параметра. Обработка данных измерений с помощью электронной таблицы Excel, используя статистические функции. Построение линии тренда. Понятие о коэффициенте корреляции. Корреляционная таблица. Выбор графических средств для иллюстрации количественных показателей результатов экспериментальных исследований.

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
Б1.В.ДВ.02.01 «Технические системы в нанотехнологии»**

Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|--|--|
| ПК-1 Способен осуществлять планирование, постановку и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий | |
| ИД-2 (ПК-1) Умеет планировать деятельность по разработке продукции и технологических процессов ее изготовления | знание конструктивных особенностей основного оборудования для процессов получения изделий на базе наноструктурных материалов |
| | умение планировать подготовку и выполнение экспериментальных исследований в области нанотехнологий |
| | владение навыками сбора информации, необходимой для проведения теоретических исследований в области нанотехнологий |

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Формы промежуточной аттестации

| Форма отчетности | Очная |
|------------------|-----------|
| Зачет | 3 семестр |

Содержание дисциплины

Раздел 1. Процессы синтеза углеродных наноматериалов.

Тема 1. Обзор процессов синтеза углеродных наноматериалов.

Лабораторные и промышленные методы синтеза углеродных наноматериалов.

Тема 2. Оборудование синтеза углеродных наноматериалов.

Типы оборудования. Достоинства и недостатки. Масштабируемость процессов.

Тема 3. Морфология углеродных наноматериалов.

Нанотрубки, графеновые материалы.

Раздел 2. Процесс газофазного осаждения углерода при каталитическом пиролизе углеродсодержащих газов.

Тема 1. Химизм процесса.

Основные химические реакции пиролиза углеродсодержащего сырья.

Тема 2. Виды углеродсодержащего сырья.

Газовое и жидкое углеродсодержащее сырье.

Тема 3. Взаимосвязанный тепло-массоперенос.

Основные кинетические характеристики процессов тепло-массопереноса.

Тема 4. Гидродинамика газовой фазы.

Траектории газовых потоков в реакторах синтеза углеродных наноматериалов.

Тема 5. Лимитирующие факторы.

Лимитирующие факторы процессов тепло-массопереноса.

Тема 6. Структура и свойства катализаторов.

Методы получения катализаторов.

Раздел 3. Физико-механические, теплофизические и химические характеристики наноуглеродных материалов.

Тема 1. Физико-механические характеристики углеродных наноматериалов.

Удельная поверхность и прочностные характеристики.

Тема 2. Теплофизические характеристики углеродных наноматериалов.

Теплопроводность углеродных наноматериалов.

Тема 3. Химические характеристики углеродных наноматериалов.

Виды химических взаимодействий углеродных наноматериалов.

Тема 4. Функционализация углеродных наноматериалов.

Способы модифицирования и функционализации углеродных наноматериалов.

Раздел 4. Технологии внесения и распределения углеродных наноматериалов в композитных матрицах.

Тема 1. Методы диспергирования углеродных наноматериалов.

Механическое, химическое и ультразвуковое воздействие.

Тема 2. Распределение углеродных наноматериалов в жидких средах.

Использование ПАВ и ультразвуковое воздействие.

Тема 3. Распределение углеродных наноматериалов в вязких средах.

Методы механического перемешивания вязких сред.

Тема 4. Влияние механического и ультразвукового воздействий.

Энергетические сравнения методов диспергирования.

Тема 5. Методы диагностики качества объемного распределения углеродных наноматериалов.

Электронная микроскопия и спектральный анализ.

Раздел 5. Наномодификация композитных материалов.

Тема 1. Наномодифицированные бетоны.

Прочность и морозостойкость модифицированных бетонов.

Тема 2. Наномодифицированные полимеры.

Обеспечение электропроводности полимеров.

Тема 3. Управление качественными характеристиками наномодифицированных материалов.

Сертификация наномодифицированных материалов.

Раздел 6. Наномодифицирование технических материалов.

Тема 1. Наномодифицирование защитных и декоративных покрытий.

Радиопоглощающие и гальванические покрытия.

Тема 2. Наномодифицирование фильтрующих материалов.

Фильтры для газов и жидкостей.

Тема 3. Наномодифицирование резинотехнических изделий.

Автомобильные и авиационные покрышки.

Тема 4. Наномодифицирование смазочных материалов.

Моторные масла, консистентные смазки.

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
Б1.В.ДВ.02.02 «Техническое обслуживание оборудования по производству наноструктурированных материалов»**

Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|--|---|
| ПК-1 Способен осуществлять планирование, постановку и проведение теоретических и экспериментальных исследований в области инженерных нанотехнологий | |
| ИД-2 (ПК-1) Умеет планировать деятельность по разработке продукции и технологических процессов ее изготовления | перечисляет типы оборудования по производству наноструктурированных материалов |
| | перечисляет конструктивные особенности оборудования по производству наноструктурированных материалов |
| | формулирует этапы подготовки к работе оборудования по производству наноструктурированных материалов |
| | осуществляет выбор инструментов и оснастки для оборудования по производству наноструктурированных материалов |
| | определяет типовые неисправности оборудования по производству наноструктурированных материалов |
| | проводит классификацию найденных неисправностей оборудования по производству наноструктурированных материалов |

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Формы промежуточной аттестации

| Форма отчетности | Очная |
|------------------|-----------|
| Зачет | 3 семестр |

Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Цель и задачи курса, его структура и содержание. Нанотехнологии как область науки и техники.

Цель и задачи курса, его структура и содержание. Понятие и развитие нанотехнологий. Применение нанотехнологий в различных отраслях

Тема 2. Технологические особенности применения нанотехнологий в машиностроении

Сверхпластическая формовка и диффузионная сварка. Сущность методов сверхпластической формовки и диффузионной сварки. Область применения. Наноструктурированный металлорежущий инструмент. Наноабразивный инструмент. Алмазное наноточение. Монолитный твердосплавный инструмент с многослойным мультикомпонентным наноструктурированным покрытием. Восстановление режущих свойств инструмента. Разработка и изготовление специального инструмента.

Сверхточные станки для нанообработки. Станки для токарной нанообработки. Обрабатывающие центры. Шлифовальные станки. Электрохимические и электрофизические станки.

Тема 3. Специфика условий работы и основные показатели надежности машин и оборудования при эксплуатации

Классификация эксплуатационных сред по механизму их взаимодействия с конструкционными материалами, используемыми в оборудовании. Классификация процессов, вызывающих отказы оборудования. Показатели надежности оборудования при эксплуатации. Оценка надежности оборудования при эксплуатации.

Тема 4. Причины отказов оборудования при эксплуатации

Классификация причин отказов оборудования, деформация и изломы элементов оборудования. Износ элементов оборудования, коррозионное разрушение элементов оборудования, коррозионно-механическое разрушение элементов оборудования. Сорбционно-механическое разрушение элементов оборудования. Образование на поверхностях оборудования отложений твердых веществ.

Тема 5. Организация технического обслуживания и ремонта оборудования

Теоретические основы системы планово-предупредительного обслуживания и ремонта. Методика разработки основных показателей системы планово-предупредительного ремонта (ППР). Система ППР технологического оборудования наноиндустрии. Организация ежедневного и сезонного технического обслуживания оборудования, организация периодического технического обслуживания оборудования. Организация технического диагностирования оборудования. Организация текущего ремонта оборудования. Организация капитального ремонта оборудования.

Тема 6. Перспективы развития нанотехнологий в машиностроении

Внедрение новых нанотехнологических разработок в промышленности. Состояние нанотехнологической отрасли в современном машиностроении. Перспективы внедрения нанотехнологических разработок в производство. Пути развития нанотехнологий в машиностроении. Создание сверхмалых копий существующих макрообъектов. Разработка образцов, не имеющих традиционных аналогов.

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
ФТД.01 «Деловой английский язык»**

Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|---|--|
| ФК-1 Способен осуществлять устную и письменную коммуникацию в сфере профессионального общения на английском языке | |
| ИД-1 (ФК-1) Знает базовые ценности мировой культуры | характеризует основные базовые ценности мировой культуры и их роль в профессиональной деятельности |
| ИД-2 (ФК-1) Умеет принимать участие в беседе, выражая необходимый объем коммуникативных намерений и соблюдая правила речевого этикета | использует наиболее употребительные и относительно простые языковые средства в основных видах устной речи в соответствии с правилами этикета с целью решения коммуникативных задач |
| ИД-3 (ФК-1) Умеет общаться четко, сжато, убедительно, выбирая подходящие для аудитории стиль и содержание | использует основные модели построения предложений на иностранном языке; наиболее употребительную профессиональную лексику, выбирая подходящие для аудитории стиль и содержание |
| ИД-4 (ФК-1) Владеет основными видами монологического высказывания, в том числе основами публичной речи, такими как устное сообщение, доклад, презентация | владеет навыками публичной речи (сообщение, доклад, презентация) на иностранном языке для осуществления успешной коммуникации |

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы.

Формы промежуточной аттестации

| Форма отчетности | Очная |
|------------------|-----------|
| Зачет | 1 семестр |

Содержание дисциплины

Раздел 1. Профессиональная коммуникация.

Тема 1. Профессии.

Основные виды работы, их краткая характеристика на английском языке; описание обязанностей, связанных с выполнением того или иного вида работы.

Тема 2. Прием на работу.

Современные требования к кандидату при поступлении на работу. Основные документы при принятии на работу.

Раздел 2. Компании и организации.

Тема 1. Типы компаний.

Типы компаний и организаций, сферы их деятельности.

Тема 2. Структура компании.

Описание структуры компании, названия отделов, их функции.

Раздел 3. Межкультурная коммуникация в деловой среде.

Тема 1. Бизнес и культура.

Традиционные модели поведения в разных странах, зависимость ведения деловых переговоров от культуры страны.

Тема 2. Деловая поездка.

Командировки, их особенности и условия.

Раздел 4. Продукты и услуги.

Тема 1. Бренды и рекламная деятельность.

Знаменитые бренды и роль рекламы в продвижении товара на рынке.

Тема 2. Качество.

Современные требования к качеству товаров. Брак. Жалоба на различные дефекты.

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
ФТД.02 «Педагогика высшей школы»**

Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|--|---|
| ФК-2 Готов к учебной и учебно-методической работе в системе высшего образования | |
| ИД-1 (ФК-2) знание законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации по вопросам высшего образования, образовательных стандартов высшего образования | воспроизводит положения основных нормативно-правовых актов по вопросам высшего образования |
| | рассказывает о содержании действующих и актуализированных стандартов |
| ИД-2 (ФК-2) знание основ организации воспитательной работы в высшей школе | умеет организовывать образовательный процесс |
| | умеет применять знания дидактики высшего образования при разработке образовательного процесса |
| ИД-3 (ФК-2) знание общих основных положений дидактики высшего образования | разрабатывает новые и совершенствует существующие технологии формирования у обучающихся основных компетенций |
| | организует научно-исследовательскую работу в изучаемой области научного знания |
| ИД-4 (ФК-2) знание инновационных технологий обучения | умеет применять педагогические приёмы развития творческого потенциала обучающихся |
| | рационально организует свою самостоятельную работу по изучению основ педагогики и психологии и проведение научных педагогических исследований |
| ИД-5 (ФК-2) знание педагогической инноватики | организует собственное саморазвитие в процессе педагогического творчества |
| | выбирает и разрабатывает компоненты образовательного процесса, необходимые дидактические средства |
| | анализирует существующие методики обучения дисциплинам направления подготовки, проектирует собственные модификации наиболее перспективных методик |

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы.

Формы промежуточной аттестации

| Форма отчетности | Очная |
|------------------|-----------|
| Зачет | 2 семестр |

Содержание дисциплины

Тема 1. Основы педагогики и психологии высшего образования

Объект, предмет и функции педагогики.

Личность как объект и субъект педагогики. Движущие силы и основные закономерности развития личности. Факторы, влияющие на формирование личности.

Образование как общественное явление и педагогический процесс.

Российские и международные документы по образованию. Российские законы и нормативные правовые акты по вопросам высшего образования. Образовательные стандарты высшего образования.

Тема 2. Воспитательная работа в высшей школе

Сущность воспитания. Закономерности процесса воспитания. Принципы воспитания.

Духовно-нравственное воспитание в условиях высшей школы. Формирование правовой культуры и правового сознания.

Методы, средства и формы воспитания в высшем учебном заведении.

Педагогика социальной среды. Студенческая субкультура.

Воспитательные технологии и системы. Работа куратора студенческой группы.

Педагогическая этика как элемент педагогического мастерства преподавателя вуза.

Тема 3. Основные положения дидактики высшего образования

Сущность процесс обучения. Функции и структура процесса обучения.

Законы, закономерности и принципы обучения.

Содержание обучения. Методы и средства обучения. Формы организации учебного процесса. Интерактивное обучение.

Технологический подход и специфика его реализации в сфере образования.

Инновационные технологии обучения.

Технология проблемного обучения. Диалоговые технологии. Технология проектного обучения. Технология контекстного обучения. Технология концентрированного обучения. Технологии предметного обучения в вузе.

Методики обучения отдельным дисциплинам.

Методики профессионального обучения.

Тема 4. Основы педагогической инноватики.

Понятие педагогической инноватики. Инновационная деятельность преподавателя высшей школы.

Методология педагогического исследования. Методы педагогического исследования. Структура педагогического исследования.

Выбор и разработка инновационных инструментально-педагогических средств обучения, обеспечивающих переход к эвристическому и креативному уровням интеллектуальной активности и освоение дисциплин на деятельностном и рефлексивном уровнях.

Сопровождение инновационных процессов в высшей школе.

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
ФТД.03 «Организационно-управленческая деятельность»**

Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|--|---|
| ФК-3 Готов к организационно-управленческой деятельности в условиях развития Тамбовского региона | |
| ИД-1 (ФК-3) знание основных современных направлений исследований и достижений в науке (на примере НИР ТГТУ) | формулирует основные направления исследований и достижений в науке |
| | воспроизводит последние достижения НИР ТГТУ |
| ИД-2 (ФК-3) знание истории и развития промышленности, сельского хозяйства, медицины, экономики и формирования области Тамбовского региона | формулирует основные моменты история управления и эволюции управленческой мысли |
| | воспроизводит основные этапы развития промышленности, сельского хозяйства, медицины, экономики |
| ИД-3 (ФК-3) умение пользоваться основными законами в профессиональной сфере | использует знания по основам организации и управления в профессиональной сфере |
| ИД-4 (ФК-3) владение инструментами планирования и прогнозирования на предприятиях в условиях рынка | формулирует факторы внутренней среды организации, факторы макро- и микросреды внешней среды организации |
| | воспроизводит основные стратегии предприятия |
| | определяет кадровый состав проекта |
| | анализирует спрос на продукцию |
| | применяет на практике методы принятия управленческих решений в области планирования производственной деятельности |
| | владеет методами управленческого контроля |

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы.

Формы промежуточной аттестации

| Форма отчетности | Очная |
|------------------|-----------|
| Зачет | 3 семестр |

Содержание дисциплины

Тема 1. Введение в организационно-управленческую деятельность

Понятие организационно-управленческой деятельности. Схема системы управления, структура системы управления. Базовые понятия управленческой деятельности. Понятие и виды управления, функции менеджмента, история управления и эволюции управленческой мысли.

Тема 2. Организация как объект управления

Понятие и классификация организаций, жизненный цикл организации. Факторы внутренней среды организации, факторы макро- и микросреды внешней среды организации.

Анализ состояния организации на различных этапах ее жизненного цикла.

Тема 3. Основы стратегического менеджмента

Понятие о стратегическом управлении. Предприятие как бизнес-система. Жизненный цикл предприятия. Стратегические цели предприятия, система целей предприятия, целевое управление.

Суть и типы стратегий, выбор стратегии развития предприятия.

Тема 4. Методы управления.

Система методов управления. Организационно-административные методы управления. Экономические методы управления. Социально-психологические методы управления.

Тема 5. Управленческие решения

Понятие и виды управленческих решений. Выявление и анализ проблем. Процесс выработки рационального решения. Организация выполнения решения.

Тема 6. Организационная структура управления

Суть и типы организационных структур управления. Основные характеристики иерархических структур управления. Основные характеристики адаптивных структур управления. Проектирование организационных структур управления.

Тема 7. Маркетинговый менеджмент

Концепция маркетинга. Определение спроса. Конкурентное поведение. Формирование (стимулирование) спроса. Удовлетворение спроса

Тема 8. Управление персоналом

Функции и задачи службы управления персоналом предприятия. Подбор и отбор персонала. Особенности подбора руководящих кадров. Обучение (подготовка, переподготовка и повышение квалификации) персонала. Мотивация и аттестация персонала. Увольнение персонала.

Тема 9. Управленческие конфликты

Внутриорганизационные конфликты: суть, причины, виды, формы. Конфликт как процесс. Стратегии преодоления конфликта. Переговоры как способ преодоления конфликтов. Переговорный процесс

Тема 10. Контроль в управлении

Суть и принципы управленческого контроля. Классификация управленческого контроля. Этапы процесса контроля. Внешний и внутренний контроль.