

Инженерная академия

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа
28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника
Нанотехнологии

Наименование дисциплины	Иностранный язык в профессиональной деятельности
Объём дисциплины	6 ЗЕ (216 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Раздел № 1. Основы создания академического/научного текста: синтаксис	Тема 1: Академический /научный текст (АТ): синтаксический анализ Элементы содержательной структуры АТ. Синтаксические структуры АТ. Общенаучная и специальная лексика АТ. Синтаксические конструкции, специфика академического/научного текста Целевая аудитория АТ, цель высказывания. Сложная аргументация АТ. Иноязычные слова и термины. Синтаксический анализ академического/ научного текста. Составление глоссария к статье.
Раздел № 2. Подготовка академической/научной презентации на английском языке	Тема 2: Академическое/научное выступление на английском языке Структура академической /научной презентации. Особенности подготовки слайдов для научной презентации. Требования к подготовке АП. Стилистические приемы академической презентации (АП) — повторы, параллельные конструкции, сложные грамматические и синтаксические конструкции. Нормы речевого этикета. Ведение сессии вопросов-ответов в процессе или после АП.
Раздел № 3. Написание академического /научного текста: от абзаца до эссе	Тема 3: Основы написания академического /научного текста: Жанры академических/ научных текстов. Особенности написания абзаца. Структура абзаца. Типы абзацев для АТ. Аннотирование. Структура научной статьи. Процесс подготовки научной статьи к публикации. Рецензирование научных статей.

	Реферирование профессионально-ориентированных статей. Обзоры научных статей (с учетом изучаемого направления). Написание академического/ научного эссе.
--	--

Разработчики: профессор кафедры иностранных языков Инженерной академии Н.Н. Гавриленко, доцент кафедры иностранных языков Инженерной академии С.В. Дмитриченкова, доцент кафедры иностранных языков Инженерной академии О.Г. Аносова, старший преподаватель кафедры иностранных языков Инженерной академии В.А. Чаузова

Инженерная академия

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа
28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника
Нанотехнологии

Наименование дисциплины	<i>История и методология науки</i>
Объём дисциплины	2 ЗЕ (72 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
1. Предмет истории и философии науки.	Введение в общую проблематику философии науки. Наука рассматривается в широком социокультурном контексте и в ее историческом развитии
2. История науки. Основные периоды развития науки и техники	Преднаука Древнего Востока. Наука в Древней Греции. Наука средневековой Европы и Востока. Наука в период Возрождения. Научная революция 17 века. Развитие науки в Новое время (17-18 вв.). Социо-гуманитарные науки в Новое время (17-18 вв.). Достижения естествознания в 19 веке. Идеалы классической науки. Кризис оснований классической науки и научная революция на рубеже 19-20 вв. Социально -гуманитарные науки в 19 -20 вв. Развитие науки в дореволюционной России. Советский период развития науки и техники. Наука и техника в постсоветской России. Развитие мировой науки и техники в XXI веке.
3. Место науки в философии культуры	Наука и философия. Наука и искусство. Наука и религия. Наука и нравственность. Этика науки. Наука как социальный институт. Функции науки. Синергетический подход в современном познании. Экологическая этика и ее философские основания. Глобальный эволюционизм как принцип философии науки. Научная рациональность и проблема взаимодействия культур.
4. Структура научного знания	Сциентизм и антисциентизм. Проблема рациональности. Типы научной рациональности. Проблема субъекта и объекта познания. Научное и вненаучное знание. Знание и вера. Метатеоретический уровень познания: картина мира, стиль мышления, типы рациональности. Философские основания науки. Структура эмпирического знания. Проблема факта. Структура теоретического знания. Функции научной теории. Методы научного познания и их классификация. Ценности и их роль в познании. Проблема истины в

	<p>познании. Внутренняя и внешняя детерминация науки. Интернализм и экстернализм. Философско-методологические основания теории принятия решений. Аргументация в системе получения и обоснования научного знания.</p>
<p>5.Специфика гуманитарного познания.</p>	<p>Социальное и гуманитарное познание. Проблема метода гуманитарного познания. Объяснение и понимание. Понятие жизни и его место в становлении антинатуралистической исследовательской программы. Жизнь, природа, культура. Принцип историзма в социально-гуманитарном познании. Принцип деятельности в социально-гуманитарном познании.</p>
<p>6.Специфика технико-математического познания</p>	<p>Специфика технического и математического знания. Философские проблемы математики и физики. Системный анализ и системный подход.</p>
<p>7.Основные концепции современной философии науки</p>	<p>Проблема развития науки: основные подходы. Марксистский подход к исследованию социальной реальности. «Философские тетради», «Материализм и эмпириокритицизм» В.И. Ленина. Натуралистический подход в социально-гуманитарном познании. Эволюция концепции науки в позитивизме. Концепция научного знания в неокантианстве. Феноменологическая программа исследования науки. Герменевтический подход в социально - гуманитарном познании. Структурализм: принципы и тенденция эволюции. Научные революции и их роль в динамике научного знания. Концепция научных революций Т. Куна. Становление научной теории. Проблема, гипотеза, теория. Концепция личностного знания М. Полани. Проблема роста научного знания у К. Поппера. Концепция исследовательских программ И. Лакатоса. Эпистемологический анархизм П. Фейерабенда. «Социология знания» (К. Манхейм, М. Малкей). Наука как коммуникативная деятельность. Теория «коммуникативного действия» Ю.Хабермаса. Образ науки в постмодернизме.</p>

Разработчик: профессор департамента инновационного менеджмента в отраслях промышленности, д.э.н., д.полит.н., профессор Д.Н. Ермаков

Инженерная академия

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Нанотехнологии

Наименование дисциплины	Основы применения нанотехнологий и микросистемной техники
Объём дисциплины	3 ЗЕ (108 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Определение нанотехнологий.	Основные концепции их развития.
Физико-химические основы нанотехнологий.	Основные типы наноматериалов – наночастицы, нанокompозиты, коллоиды и пр.
Приборы и методы исследования наноструктур и нанобъектов.	АСМ, РЭМ, ЭОС, РФС, ВИМС, брэгговская дифракция, синхротронное излучение
Введение в физику наносистем	Низкоразмерные структуры, квантовая когерентность и кулоновское взаимодействие, физические принципы наноустройств.
Нанoeлектроника	Устройства, цепи и применения, одноэлектронные устройства.
Нано-инженерия	Характеризация сложных гетероструктур.
Взаимодействие света с наноструктурами	Основы квантовой оптики.
Нано-электромеханические устройства	Нано-пьезомагнетики, резонаторы, сенсоры.
Молекулярная электроника	Электронная структура атома углерода и некоторых органических молекул, молекулярные проводники, проводящие полимеры.
Спинтроника	Устройства, манипулирующие электронными спинами и зарядами
Сверхпроводимость и ферромагнетизм в наномасштабах	Мезоскопическая сверхпроводимость, основные механизмы взаимодействия сверхпроводимости с ферро-магнетизмом
Введение в теорию когерентных квантовых устройств	Основные идеи квантовых алгоритмов, кубиты и логические затворы, декогерентность
Нанобиотехнологии (1)	Синтетическая клетка. Адресная доставка лекарств.
Нанобиотехнологии (2)	Исследования генома

Разработчики: профессор департамента механики и мехатроники В.В. Беляев

Инженерная академия

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Нанотехнологии

Наименование дисциплины	Введение в микро- и нанoeлектромеxанические системы
Объём дисциплины	4 ЗЕ (144 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Методы моделирования и проектирования МЭМС и НЭМС	Методы моделирования и проектирования МЭМС и НЭМС, включая размерные эффекты и масштабирование, синергетические и ассоциативные явления и процессы.
Основные принципы работы с программой AnSYS	Основные принципы работы с программой AnSYS – системой автоматизированного проектирования и инженерного анализа МЭМС.
Теоретическая основа современных САПР МЭМС и НЭМС	Теоретическая основа современных САПР МЭМС и НЭМС –метод конечных разностей и метод конечных элементов; Междисциплинарный метод моделирования компонентов МЭМС в программе Ansys; методы сопряжения различных пространственных и временных масштабов наноструктур и молекулярного конструирования в САПР Comsol.
Методы численного эксперимента	Методы численного эксперимента и практические примеры моделирования и самоорганизации наносистем (молекулярных переключателей, биологических мембран и пр.).

Разработчики: профессор департамента механики и мехатроники В.В. Беляев

Инженерная академия

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Нанотехнологии

Наименование дисциплины	<i>Основы организации и управления НИОКР</i>
Объём дисциплины	2 ЗЕ (72 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Раздел 1. Основные понятия, классификация и методология выполнения НИОКР.	<u>Тема 1</u> Основные понятия и определения. Роль и место НИОКР в создании инновационной продукции. Исполнители НИОКР: головные научно-исследовательские организации, предприятия и учреждения. <u>Тема 2</u> Методология НИОКР. Методы научных исследований. Программно-целевой подход. Системное проектирование, системный анализ. Экспериментальные исследования. Математическое моделирование. Научно-техническое и технологическое прогнозирование. <u>Тема 3</u> Обеспечение качества и надежности изделий на стадиях выполнения НИОКР. Организационные особенности руководства НИР и ОКР. Научный руководитель, генеральный конструктор, главный конструктор, главный технолог.
Раздел 2. Планирование и организация НИОКР	<u>Тема 4</u> НИОКР как стадии жизненного цикла продукции. Содержание и этапы НИОКР. Порядок проведения, оформления и отчетности. Виды изделий. Комплектность конструкторских документов. <u>Тема 5</u> Особенности планирования, размещения и исполнения НИОКР в сфере государственного оборонного заказа (ГОЗ). Государственный контроль размещения, исполнения и финансирования НИОКР. Ответственность исполнителей НИОКР за нарушения в сфере ГОЗ. <u>Тема 6</u>

	Особенности планирования, выполнения и учета инициативных НИОКР, выполняемых за собственные средства.
Раздел 3. Экономика и инвентаризация результатов НИОКР	<p><u>Тема 7</u> Формы финансирования НИОКР. Ценообразование в НИОКР. Структура стоимости НИОКР. Трудоемкость, нормативы, методы определения, согласования и контроля. Стоимость материалов, спецоборудования, работ соисполнителей.</p> <p><u>Тема 8</u> Расчет и учет себестоимости и прибыли НИОКР. Методы повышения эффективности проведения НИОКР, снижения затрат. Бухгалтерский учет и инвентаризация имущества, созданного при выполнении НИОКР. Основные нормативные документы. Мотивация сотрудников, авторские права.</p>
Раздел 4. Управление правами на результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученными в ходе выполнения НИОКР	<p><u>Тема 9</u> Определение РИД, определение результатов НИОКР, выполняемых по государственным контрактам. Оценка результативности деятельности научных организаций. Законодательные основы. Государственный контроль и учет результатов НИОКР. Распоряжение правами Российской Федерации на РИД. Права, обязанности и ответственность государственного заказчика и головного исполнителя Государственного контракта.</p>

Разработчик: доцент департамента механики и мехатроники О.Е. Самусенко

Инженерная академия

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Нанотехнологии

Наименование дисциплины	Практикум по технологии программирования
Объём дисциплины	2 ЗЕ (72 час.) 1 ЗЕ КР (36 час)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Основные элементы синтаксиса языка Python	Базовый синтаксис языка Python 3. Модель памяти и основные типы данных. Циклы и списки. Функции.
Элементы теории алгоритмов	Понятие алгоритма. Машина Тьюринга. Вычислимость. Теория сложности. Возведение в степень: анализ алгоритма (умное возведение в степень). Задача о рюкзаке. Жадный алгоритм. Метод градиентного спуска как пример жадного алгоритма. Стратегия «Разделяй и властвуй». Рекурсивный алгоритм.
Алгоритмы сортировки и поиска	Сортировка выбором. Сортировка вставками. Сортировка «Методом Пузырька». Сортировка слиянием. Быстрая сортировка. Нахождение медианы. Последовательный поиск. Методы сужения области. Сортировка в Python.
Алгоритмы на графах	Графы и их анализ. Представление графов. Обход графа в глубину и ширину. Восстановление кратчайшего пути. Задача о перемещении шахматного коня. Алгоритм Дейкстры. Очередь и стек. Очередь и стек в Python.
Динамическое программирование	Принцип оптимальности Беллмана. Понятие восходящего и нисходящего решения. Задача о количестве маршрутов. Сходства и отличие динамического программирования и концепция «разделяй и властвуй». Задача о банкомате. Динамическое программирование и игры.
Парадигмы программирования	Основные принципы программирования. Процедурное программирование. Объектно-ориентированное программирование. Функциональное программирование.
Параллельные алгоритмы	Предпосылки. Классификация вычислительных систем. CPU и GPU процессоры. Характеристики параллельных алгоритмов. Типы

	<p>непоследовательного программирования в Python. «Масштабы» распараллеливания. Работа параллельных программ: передача данных между потоками. Процессы и Потоки в Python. Асинхронные программы.</p>
Искусственный интеллект	<p>Принципы построения ИИ. Машинное обучение (нейронные сети). Линейная регрессия. Классификация. Перцептрон Розенблатта. Устройство искусственного нейрона. Понятие нейронных сетей. Процессы обучения, методы минимизации ошибки. Обучение с подкреплением. Алгоритмическая теория игр. Примеры игровых постановок. Дерево игры. Функция Шпрага Гранди и прогноз исхода игры. Матричные игры. Линейное программирование. Алгоритм MiniMax.</p>

Разработчик:

доцент департамента механики и мехатроники А.В. Иванюхин

Инженерная академия

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Нанотехнологии

Наименование дисциплины	Квантовая механика в наносистемах
Объём дисциплины	4 ЗЕ (144 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Корпускулярно – волновой дуализм.	Спектр излучения абсолютно черного тела, фотоэффект, эффект Комптона, гипотеза Л. Де Бройля и опыты по дифракции электронов.
Волны материи и оптико-механическая аналогия.	Волновые пакеты. Фазовая и групповая скорость. Временная и пространственная локализации. Расплывание волновых пакетов. Движение материальной точки и волновой процесс.
Уравнение Шредингера.	Введение операторов. Волновая функция. Статистическая интерпретация. Плотность и ток вероятности. Принцип линейной суперпозиции состояний. Нормировка.
Математический аппарат	Среднее значение оператора. Наблюдаемые величины. Самосопряженные операторы. Произведение операторов. Коммутатор. Собственные функции и собственные значения операторов. Дискретный и непрерывный спектр собственных значений. Нормировка волновых функций в случаях дискретного и непрерывного спектров. Принцип неопределенностей Гейзенберга. Принцип дополнительности Бора. Оператор инверсии. Закон сохранения четности.
Прямоугольные потенциалы.	Решение уравнения Шредингера для прямоугольных потенциалов. Граничные условия для волновой функции. Метод ВКБ. Туннельный эффект. Формула Гамова.
Квазиклассическое приближение.	Собственные функции. Энергетический спектр. Нулевые колебания. Представление чисел заполнения. Движение частицы в поле центральных сил. Операторы проекции момента и квадрата момента. Сферический ротатор. Теория водородоподобного атома.
Гармонический осциллятор и центральное поле.	

Инженерная академия

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Образовательная программа по
28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника
специализация "Нанотехнологии"**

Наименование дисциплины	Аддитивные технологии
Объём дисциплины	2 ЗЕ (72 час)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Основные термины и определения. Классификация аддитивных технологий.	Цель и задачи дисциплины, ее связь с другими дисциплинами. Понятие аддитивные технологии. Классификация аддитивных технологий. Исторические предпосылки появления аддитивных технологий. Стереолитография. Характеристика рынка аддитивных технологий. Перспективы развития аддитивных 3D технологий для производства изделий электронной техники. Моделирование и разработка изделий в компьютерных программах для 3D печати.
Оборудование для аддитивных технологий.	Классификация оборудования и расходного материала. Аддитивные технологии с использованием тепловых процессов. Технологии SLS. LOM-технология. FDM-технология. Аддитивные технологии для формирования объёмных металлических структур. Полуаддитивные технологии формирования металлических трёхмерных структур. 3D печать электронных компонентов.

Разработчики: доцент департамента механики и мехатроники С.В. Агасиева

Инженерная академия

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа
28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника
Нанотехнологии

Наименование дисциплины	Основы квантовой теории излучения
Объем дисциплины	4 ЗЕ (144 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Теория возмущений.	Методы приближенного решения уравнения Шредингера. Стационарная теория возмущений. Метод Ритца. Нестационарная теория возмущений (теория перехода).
Элементарная теория излучения.	Спонтанные и вынужденные переходы. Коэффициенты Эйнштейна. Правила отбора. Вывод формулы Планка по Эйнштейну. Спектр излучения. Форма линии. Распад возбужденного состояния квантовой системы.
Спин и тождественность частиц.	Открытие спина. Магнетон Бора. Оператор спина. Уравнение Паули. Свойства матриц Паули. Понятие об ЭПР. Принцип тождественности частиц. Симметричные и антисимметричные волновые функции. Многоэлектронные атомы. Периодическая система химических элементов Менделеева. Элементарная теория химических сил

Разработчиком является: доцент, деп. механики и мехатроники А.Л. Бондарева

Инженерная академия

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа
28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника
Нанотехнологии

Наименование дисциплины	Материалы наноструктурных установок
Объём дисциплины	5 ЗЕ (180 час)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Раздел №1. Наноматериалы и структуры	Обучающиеся ознакомятся с классификацией наноматериалов, терминологией используемой в этой предметной области. Узнают основные типы структур наноматериалов, отличие кристаллографических параметров и влияние кристаллической решетки на свойства наноматериалов. Ознакомятся со специальными методами, которые позволяют получать информацию о наноматериалах, используемых для изучения и контроля параметров. На конкретных примерах будут рассмотрены технологии создания наноматериалов, отличия от стандартных технологий производства, а также современные технологии создания приборов и структур на основе наноматериалов.
Раздел №2. Области применения наноструктурных установок	Заключительный раздел программы включает в себя информацию о возможности использования наноструктурных установок в разных областях производства, таких как: микроэлектроника, биомедицина, инженерные конструкции и космическая отрасль

Разработчик: доцент, деп. механики и мехатроники Е.А. Гостева

Инженерная академия

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа по
28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника
Нанотехнологии

Наименование дисциплины	Метрология в квантовой электронике
Объём дисциплины	3 ЗЕ (108 час)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
1. Техническое законодательство как основа деятельности по стандартизации, метрологии и сертификации.	1.1. Техническое законодательство. Понятие качества как основа деятельности по стандартизации, сертификации и метрологии. 1.2. Понятие метрологического обеспечения. Организационные, научные и методические основы метрологического обеспечения. Правовые основы обеспечения единства измерений. Основные положения закона РФ об обеспечении единства измерений.
2. Метрология. Технические измерения.	2.1. Основные понятия и определения современной метрологии. Теоретические основы метрологии. Основные понятия, связанные со средствами измерений (СИ). Меры, измерительные приборы, измерительные преобразователи, измерительные информационные системы. 2.2. Методы измерения физических величин. Измерение электрических, магнитных и неэлектрических величин. 2.3. Погрешности измерений. Обработка результатов измерений.
3. Технические средства и методы физико-технических измерений.	3.1. Измерение температуры. Температурные шкалы. Преобразователи температуры, области и способы их применения. 3.2. Способы измерения давления. Измерение расхода жидкости, газа и пара. Сужающие устройства. 3.3. Электромагнитные и тахометрические расходомеры. Термоанемометры. Напорные трубки. Калориметрические методы измерения расхода. Методы контроля состава газовых смесей. Измерение уровня жидкости. Типы уровнемеров. Измерение геометрических размеров. Общие сведения. Измерение шероховатости поверхности. 3.4. Элементы теории динамических измерений. Общие сведения. Полные динамические характеристики средств измерения. Коррекция динамических погрешностей.
4. МКЭ (Материалы квантовой электроники)	Исторические этапы развития МКЭ, основные понятия и определения. Классификация МКЭ по агрегатному

	состоянию, (плазма, газ, жидкость, т/т), областям применения (активные, нелинейные, управляющие) и технологиям получения.
--	--

Разработчик:

доцент департамента механики и мехатроники Ш.Менян

Инженерная академия

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа
28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника
Нанотехнологии

Наименование дисциплины	Надежность устройств наноэлектронной и микросистемной техники
Объем дисциплины	3 ЗЕ (108 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Показатели надежности технических систем	Введение, основные используемые термины и понятия качества и надёжности технических систем. Общие понятия и Классификация отказов. Показатели надежности и качества технических систем. Основные методы оценки показателей качества и надежности: методы оценки качества, технического уровня, показателей качества и надежности на этапах жизненного цикла изделий.
Оценка надёжности устройств наноэлектронной и микросистемной техники	Общие принципы построения структурной схемы надежности. Модели оценки показателей качества и надежности устройств наноэлектронной и микросистемной техники. Оценка надёжности типовых устройств наноэлектронной и микросистемной техники
Основы физики теории отказов приоритетов наноэлектроники и микросистемной техники	Источники и причины изменения начальных значений параметров объектов наноэлектроники и микросистемной техники. Модели надежности параметр- поле допуска и нагрузка-несущая способность. Общая схема и модели формирования постепенных отказов
Методы контроля и испытаний устройств наноэлектронной и микросистемной техники	Основные сведения о методах контроля и испытаний устройств наноэлектронной и микросистемной техники. Ускоренные испытания. Расчет режимов ускоренных испытаний. Средства проведения испытаний.

Разработчиком является:

доцент департамента механики и мехатроники Н.А. Ветрова

Инженерная академия

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа
28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника
Нанотехнологии

Наименование дисциплины	Психология управления
Объём дисциплины	3 ЗЕ (108 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Основные направления современного менеджмента	Предмет, основные принципы психологии управления, личность в управленческих взаимодействиях
Психологические требования в бизнес-технологиях и в управлении.	Управление поведением личности, современные представления об управлении по ценностям, психология управления групповыми явлениями и процессами,
Психологические основы эффективности управленческой деятельности, связанной со взаимодействием с людьми	Психологические особенности личности руководителя, индивидуальный стиль управления, психология влияния в управленческой деятельности, управление конфликтными ситуациями.

Инженерная академия

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа
28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника
Нанотехнологии

Наименование дисциплины	Педагогика высшей школы
Объём дисциплины	5 ЗЕ (180 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Педагогическая наука и ее место в системе наук о человеке.	Педагогическая наука и ее место в системе наук о человеке. Современная парадигма высшего образования. Система высшего профессионального образования в Казахстане. Методология педагогической науки. Профессиональная и коммуникативная компетенция преподавателя высшей школы. Теория обучения в высшей школе (дидактика). Содержание высшего образования. Организация процесса обучения на основе кредитной системы обучения в высшей школе.
Традиционные и инновационные методы и формы организации обучения	Традиционные и инновационные методы и формы организации обучения. Новые образовательные технологии в высшей школе. Организация самостоятельной работы студентов в условиях кредитной технологии. Технология составления учебно-методических материалов. Теория научной деятельности высшей школы. НИРС. Высшая школа как социальный институт воспитания и формирования личности специалиста. Куратор в системе высшего образования. Менеджмент в образовании
Тенденции развития	Мегатенденции развития образования и Болонский процесс, овладением лекторским, кураторским мастерством с использованием различных стратегий и методов обучения/воспитания

Инженерная академия

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа
28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника
Нанотехнологии

Наименование дисциплины	Строение и химические свойства наночастиц
Объём дисциплины	5 ЗЕ (180 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Дисперсные системы. Поверхностные явления и их влияние на свойства дисперсий	Развитие знаний о дисперсном состоянии вещества. Основные определения. Особенности дисперсного (коллоидного) состояния, проблема стабильности. Классификации дисперсных систем по различным признакам. Обзор классов дисперсных систем. Поверхностная энергия на границах раздела фаз. Адсорбция, адгезия, смачивание. Поверхностно-активные (ПАВ) и поверхностно-инактивные вещества.
Получение дисперсий «сверху/снизу». Методы коллоидной химии.	Условия и методы получения дисперсных систем. Химический синтез коллоидов. Роль стабилизатора. Пептизация. Строение мицеллы гидрофобного золя.
Свойства дисперсий	Молекулярно-кинетические свойства: осмос, диффузия, броуновское движение частиц. Мембранные процессы (осмос, обратный осмос, диализ, электродиализ, ультрафильтрация) и их практическое значение. Оптические свойства – законы светорассеяния и поглощения света в коллоидных системах. Оптические свойств коллоидов. Влияние размера и формы частиц на оптические свойства дисперсий. Оптические методы исследования (нефелометрия, турбидиметрия). Оборудование НЦ – просвечивающая электронная микроскопия, поляризационная микроскопия, атомно-силовая микроскопия. Определение размера и электрофоретической подвижности наночастиц методами Dynamic Light Scattering и Laser Doppler Microelectrophoresis. Электрокинетические свойства. Возникновение двойного электрического слоя (ДЭС) на границе фаз. Потенциалы ДЭС. Определение электрокинетического потенциала. Электрофорез, электроосмос, потенциал течения, потенциал седиментации и их практическое значение. Изоэлектрическое состояние.
Устойчивость и коагуляция коллоидов	Факторы кинетической и агрегативной устойчивости дисперсий. Кинетическая устойчивость дисперсных систем. Методы анализа дисперсности. Взвеси.

	<p>Коагуляция и её закономерности. Кинетика коагуляции. Теория устойчивости гидрофобных коллоидов ДЛФО. Тиксотропия. Гели гидрофобных золей. Структурно-механический фактор стабилизации дисперсных систем (коллоидная защита). Флокуляция – дестабилизация дисперсий.</p>
<p>Элементы физико-химии полимеров: растворы высокомолекулярных соединений (ВМС) как термодинамически равновесные коллоидные системы.</p>	<p>Общая характеристика ВМС. Конформация макромолекул. Набухание полимеров. Сравнение свойств растворов ВМС и гидрофобных золей. Особенности диффузии, осмотического давления растворов ВМС. Вязкость растворов ВМС. Оптические свойства. Рассеяние света растворами ВМС. Методы определения молекулярного веса высокомолекулярных соединений (осмометрия, вискозиметрия, светорассеяние). Нарушение устойчивости растворов ВМС (гелеобразование, коацервация, высаливание, денатурация). Биополимеры. Растворы полиамфолитов (белков): изоэлектрическая точка белков. Мембранное равновесие Гиббса-Доннана. Пространственные структуры в дисперсных системах. Основы реологии как науки о прочности структурированных систем. Гели растворов ВМС, общие и специфические свойства. Значение гелей.</p>
<p>Мицеллярные системы ПАВ (ассоциативные коллоиды)</p>	<p>Мицеллообразование в растворах ПАВ. Термодинамика мицеллообразования. Критическая концентрация мицеллообразования. Формы мицелл. Солюбилизация. Стабилизирующее и моющее действие мыл. Практическое значение мицеллярных систем.</p>

Инженерная академия

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа
28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника
Нанотехнологии

Наименование дисциплины	Синтез композиционных материалов методом электроспиннинга
Объём дисциплины	5 ЗЕ (180 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Введение	Понятие о синтезе композиционных материалов методом электроспиннинга;
Основные стадии, определяющие процесс электроспиннинга;	Основы физико-химических процессов получения наноматериалов методом электроспиннинга;
Методы синтеза волокнистых форм наноматериалов	Экспериментальные методы синтеза наноматериалов в процессе электроспиннинга, методы управления процессами;
Оптимизация технологических параметров и характеристик волокон от основных технологических параметров при электроформовании из раствора полимера с различным сроком хранения	Влияние основных параметров процесса электроформования и свойств, влияние вязкости и электропроводности формовочного раствора на диаметр и спектр диаметров получаемых волокон;
Способы производства непрерывных наноразмерных волокон.	Влияние внешнего потенциала, электрода на тип и свойства волокон получаемых методом электроформования

Инженерная академия

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа
28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника
Нанотехнологии

Наименование дисциплины	Углеродные наноструктурированные материалы на основе растительного сырья
Объём дисциплины	5 ЗЕ (180 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Введение	Структура наноразмерных углеводородных материалов, особенности и формы углеродов: морфологические особенности и свойства углеродных наноматериалов на основе растительного сырья; виды нанопористых материалов, методы подготовки мембран, сорбентов и катализаторов
Раздел 1	Способы получения углеродных наноматериалов на основе растительного сырья
Раздел 2	Структура наноразмерных углеводородных материалов и связь между ее элементами в области исследования растительных материалов;
Раздел 3	Современные процессы синтезирования углеводородных материалов
Раздел 4	Применении углеродных наноструктурированных материалов на основе растительного сырья

Инженерная академия

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа
28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника
Нанотехнологии

Наименование дисциплины	Основы гетероструктурных лазеров
Объём дисциплины	2 ЗЕ (72 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Этапы проектирования гетероструктурных лазеров.	Основные принципы процесса проектирования. Общее представление о структуре полупроводникового лазера. Основные параметры и характеристики излучения лазеров. Принцип работы полупроводниковых лазеров. Материалы для полупроводниковых лазеров. Лазеры на основе наноструктур. Порядок расчета параметров полупроводникового лазера. Конструкция полупроводниковых лазеров. Перспективные направления применения лазеров. Информационная поддержка при проектировании полупроводниковых лазеров.

Разработчиком является:

доцент департамента механики и мехатроники Ш.Менян

Инженерная академия

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа
28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника
Нанотехнологии

Наименование дисциплины	Практикум применения лазерных технологий (на русс. яз.)
Объём дисциплины	4 ЗЕ (144 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Введение в лазерную оптику	Основные свойства лазерного излучения. Основы физики лазеров. Взаимодействие излучения с инверсной средой. Структурная схема лазера. Оптические резонаторы лазеров Управление лазерным излучением. Устройства селекции лазерного излучения.
Основы лазерной оптики	Классификация и типы лазеров. Твердотельные, газовые, жидкостные, полупроводниковые лазеры. Параметры и характеристики лазеров. Режимы работы лазеров. Особенности основных режимов. Специфические особенности лазера как источника излучения. Особенности применения оптических элементов в лазерах. Оптические системы для формирования лазерного излучения.
Лазерный контроль окружающей среды.	Распространение лазерного излучения в атмосфере. Лазерное дистанционное зондирование атмосферы. Измерения поглощения. Блок - схема установки лазерного зондирования на большой длине луча. Использование лидара.
Лазерная диагностика аэрозолей.	Размеры частиц и их распределение по размерам. Химический состав частиц. Взаимодействие мощного лазерного излучения с частицами аэрозолей.
Использование лазеров в волоконно-оптических датчиках. Лазерные гироскопы.	Принцип действия, состав и характеристики лазерных гироскопов. Оптические схемы интерференционных смесителей излучения. Конструкция лазерного гироскопа.
Проектирование лазерных приборов	Общая характеристика оптоэлектронных приборов и физические эффекты, лежащие в основе их работы.

Разработчик: доцент департамента механики и мехатроники Ш.Менян

Инженерная академия

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа
28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника
Нанотехнологии

Наименование дисциплины	Практикум применения лазерных технологий (на англ. яз.)
Объём дисциплины	4 ЗЕ (144 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Introduction to laser optics	Basic properties of laser radiation. Fundamentals of laser physics. The interaction of radiation with an inverted medium. Block diagram of the laser. Optical resonators of lasers Control of laser radiation. Laser radiation selection devices.
Basics of laser optics	Classification and types of lasers. Solid-state, gas, liquid, and semiconductor lasers. Parameters and characteristics of lasers. Modes of operation of lasers. Features of the main modes. Specific features of the laser as a radiation source. Features of application of optical elements in lasers. Optical systems for generating laser radiation.
Laser monitoring of the environment.	Propagation of laser radiation in the atmosphere. Laser remote sensing of the atmosphere. Absorption measurements. Block diagram of the installation of laser sensing at a long beam length. The use of lidar.
Laser diagnostics of aerosols.	The size of the particles and their size distribution. Chemical composition of particles. Interaction of high-power laser radiation with aerosol particles.
Use of lasers in fiber-optic sensors. Laser gyroscope.	Principle of operation, composition and characteristics of laser gyroscopes. The optical scheme of the interference mixers radiation. Laser gyroscope design.
Design of laser devices	General characteristics of optoelectronic devices and physical effects underlying their operation.

Разработчик: доцент департамента механики и мехатроники Ш.Менян

Инженерная академия

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника
Нанотехнологии

Наименование дисциплины	Управление качеством в технических системах
Объём дисциплины	2 ЗЕ (72 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Управление разработкой и производством нанотехнологической продукцией в России	Приоритеты России в области наноиндустрии Программы развития нанотехнологической продукции в Российской Федерации
Нанотехнологическая продукция и рынок в мире и России	Цикл создания нанопродукции Рынок нанопродуктов Организации, занимающиеся организацией и координацией нанотехнологической продукции («Роснано», Фонд инфраструктурных и образовательных программ и др.) Реальная и потенциальная продукция наноиндустрии России
Законодательная и нормативная база в области систем управления качеством продукции	Законодательная и нормативная база О системах управления качеством продукции Международные стандарты ИСО на системы качества Стандарты ИСО 9000
Сертификация и стандартизация как часть управления качеством продукции	Сертификация – формы, система, схема Стандартизация в РФ Основные требования к испытательной лаборатории Международный технический комитет ИСО ТК 229 «Нанотехнологии» Система «НАНОСЕРТИФИКА» Категории продукции наноиндустрии в части товаров и услуг
Сертификация и стандартизация продукции наноиндустрии	Стандартизация, сертификация, обеспечения безопасности продукции в Роснано Нанометрологические центры в России

Разработчиком является: Профессор департамента механики и мехатроники В.В. Беляев

Инженерная академия

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника
Нанотехнологии

Наименование дисциплины	Менеджмент системы качества в технике
Объем дисциплины	2 ЗЕ (72 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Управление разработкой и производством нанотехнологической продукцией в России	Приоритеты России в области наноиндустрии Программы развития нанотехнологической продукции в Российской Федерации
Нанотехнологическая продукция и рынок в мире и России	Цикл создания нанопродукции Рынок нанопродуктов Организации, занимающиеся организацией и координацией нанотехнологической продукции («Роснано», Фонд инфраструктурных и образовательных программ и др.) Реальная и потенциальная продукция наноиндустрии России
Законодательная и нормативная база в области систем управления качеством продукции	Законодательная и нормативная база О системах управления качеством продукции Международные стандарты ИСО на системы качества Стандарты ИСО 9000
Сертификация и стандартизация как часть управления качеством продукции	Сертификация – формы, система, схема Стандартизация в РФ Основные требования к испытательной лаборатории Международный технический комитет ИСО ТК 229 «Нанотехнологии» Система «НАНОСЕРТИФИКА» Категории продукции наноиндустрии в части товаров и услуг
Нанометрология	Общие вопросы метрологии и стандартизации в нанотехнологиях Метрология в нанотехнологиях Калибровочные и измерительные стандарты в области нанотехнологий Эталоны для нанотехнологии
Сертификация и стандартизация продукции наноиндустрии	Стандартизация, сертификация, обеспечения безопасности продукции в Роснано Нанометрологические центры в России

Технологическое обеспечение качества в различных областях наноиндустрии. Характеристики параметров, не связанных с электромагнитным излучением	Геометрические характеристики Термодинамические характеристики Механические характеристики
Технологическое обеспечение качества в различных областях наноиндустрии. Характеристики параметров, связанных с электромагнитным излучением	Электрические характеристики Оптические характеристики Магнитные характеристики Радиофизические характеристики
Особенности обеспечения качества продукции наноиндустрии при использовании материалов различных типов	0-мерные объекты (наночастицы, квантовые точки...) Одномерные объекты (наностержни, нанотрубки, нанопроволоки...) Двумерные объекты (слои, пленки...) Трехмерные объекты Особенности обеспечения качества продукции наноиндустрии при использовании композиционных наноматериалов

Разработчиком является: Профессор департамента механики и мехатроники В.В. Беляев

Инженерная академия

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа по
28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника
Нанотехнологии

Наименование дисциплины	Создание инновационного продукта (на русс. яз.)
Объём дисциплины	2 ЗЕ (72 час)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Принципы и методы разработки инновационного изделия.	Этапы разработки высокотехнологичных изделий РЭС. Граф – схема алгоритма создания нового изделия. Анализ тенденций уровня технологического развития. Анализ показателей, обеспечивающих достижение требуемого уровня . параметров изделий в процессе создания изделия. Инновационный процесс как средство повышения требуемого уровня параметров изделий.
Влияние конструктивно-технологических факторов на производство инновационного изделий требуемого качества.	Анализ и моделирование технологических инноваций. Математическая модель эффективного производства изделий требуемого качества. Структурная схема комплексной технологической оптимизации. Автоматизированное проектирование с учетом конструктивно-технологических факторов.

Разработчики: доцент департамента механики и мехатроники С.В.Агасиева

*Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education
Peoples' Friendship University of Russia*

*Academy of Engineering
Institute of Space Technology*

COURSE SYLLABUS

Educational program

27.04.04 Control and Systems Engineering / Управление в технических системах
Artificial intelligence and robotic systems /
Искусственный интеллект и робототехнические системы

Course title	<i>Design of innovative product / Создание инновационного продукта (на англ. яз.)</i>
Credits	2 CU (72 h.)
Course content	
Chapters:	Sections:
Principles and methods of innovative product development	Stages of development of high-tech products. Graph-diagram of the algorithm for creating a new product. Analysis of trends of technological development level. Analysis of indicators, ensuring the achievement of the required level of product parameters. Innovation process as a means of increasing the required level of product parameters.
Influence of structural and technological factors on the manufacturing of innovative products of the required quality	Analysis and modeling of technological innovations. Mathematical model for the efficient production of required quality products. Block diagram of complex technological optimization. Computer-aided design taking into account structural and technological factors.

Instructor:

associate professor of the department of mechanics and mechatronics S.V. Agasieva

Инженерная академия

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Нанотехнологии

Наименование дисциплины	Технология изготовления устройств nano- и микросистемной техники (на русс.яз.)
Объём дисциплины	7 ЗЕ (252 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Получение рисунка элементов интегральных схем	Ионно-плазменное травление. Особенности селективного плазменного травления. Фотолитография. Позитивные и негативные фоторезисты. Характеристики фоторезистов. Фотолитографические процессы. Методы создания фотошаблонов. Электронолитография. Литография сфокусированным электронным пучком. Растровый и векторный методы сканирования. Реперные метки для совмещения. Резисты для электронолитографии. Рентгено-лучевая и ионная литография. Изготовление шаблонов для рентгено-лучевой и ионной литографии. Резисты для рентгено-лучевой и ионной литографии. Особенности литографии нанометровых размеров.
Типовой технологический процесс	Изоляция элементов в интегральных микросхемах. Изоляция p-n переходом. Коллекторная изолирующая диффузия. Изоляция p-n переходом. Изоляция диэлектрическими плёнками. Локальное окисление. Дефекты структуры типа "Птичий клюв" и "Птичья голова". Планаризация поверхности. Типовой технологический процесс изготовления изопланарной биполярной СБИС. Структура транзистора. Последовательность основных технологических операций. Типовой технологический процесс изготовления n-канальных МОП СБИС. Последовательность основных технологических операций. Металлизация ИС, материалы и технологии. Разводка на основе плёнок алюминия. Электродиффузия алюминия. "Обратная литография" для алюминия. Получение омических контактов на основе силицидов металлов. Сборка интегральных микросхем. Методы присоединения кристаллов. Метод термокомпрессии, ультразвуковой сварки.

Разработчики: профессор департамента механики и мехатроники А.Х. Абдуев
профессор департамента механики и мехатроники В.В. Беляев

Инженерная академия

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа
28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника
Нанотехнологии

Наименование дисциплины	Технология изготовления устройств нано- и микросистемной техники (на англ.яз.)
Объём дисциплины	7 ЗЕ (252 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Drawing of integrated circuit elements	Ion-plasma etching. Features of selective plasma etching. Photolithography. Positive and negative photoresists. The characteristics of the photoresists. Photolithographic processes. Methods for creating photo templates. Electroholography. Focused electron beam lithography. Raster and vector scanning methods. Reference marks for matching. Resists for electron lithography. X-ray and ion lithography. Production of templates for x-ray and ion lithography. Resists for x-ray and ion lithography. Features of nanometer-sized lithography.
Typical technological process	Isolation of elements in integrated circuits. P-n junction isolation. Collector insulating diffusion. P-n junction isolation. Insulation by dielectric films. Local oxidation. Structural defects such as "Bird's beak" and "Bird's head". Surface planarization. Typical manufacturing process for isoplanar bipolar VLSI. The structure of the transistor. Sequence of basic technological operations. Typical manufacturing process for n-channel VLSI MOSFETs. Sequence of basic technological operations. IP metallization, materials and technologies. The layout on the basis of aluminum films. Electrodiffusion of aluminum. "Reverse lithography" for aluminum. Obtaining ohmic contacts on the basis of silicides of metals. Assembly of integrated circuits. Methods of joining crystals. The method of thermocompressive, ultrasonic welding.

Разработчики: профессор департамента механики и мехатроники А.Х. Абдуев
профессор департамента механики и мехатроники В.В. Беляев,

Инженерная академия

АННОТАЦИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательная программа

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника
Нанотехнологии

Наименование дисциплины	Лазерные комплексы
Объем дисциплины	2 ЗЕ (72 час.)
Краткое содержание дисциплины	
Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
Физика лазерного излучения	Законы классической теории излучения. Квантовые процессы излучения и поглощения. электромагнитных волн. Форма и ширина спектральной линии. Основы физики лазеров.
Основы лазерной оптики	Основные свойства лазерного излучения. Оптические резонаторы лазеров. Общая характеристика оптоэлектронных приборов и физические эффекты, лежащие в основе их работы. Устройства и элементы вывода излучения из резонатора лазера. Параметры и характеристики лазеров.
Классификация и типы лазеров.	Твердотельные лазеры. Оптоволоконные лазеры. Газовые лазеры. Полупроводниковые лазеры. Химические лазеры.
Промышленные применения лазерных технологий.	Применения лазерной плазмы. Плазменный измеритель коррозии. Лазерная масс-спектрометрия. Измеритель SO ₂ . Определение материалов.
Лазерный контроль окружающей среды.	Распространение лазерного излучения в атмосфере. Лазерное дистанционное зондирование атмосферы. Измерения поглощения. Блок - схема установки лазерного зондирования на большой длине луча. Использование лидара.
Технологические лазеры и лазерное технологическое оборудование.	Требования к промышленным технологическим лазерам. Классификация технологических лазеров. Твердотельные лазеры и лазерные технологические установки на их основе.

Разработчик:

доцент департамента механики и мехатроники Ш.Менян

**Директор департамента
механики и мехатроники**



подпись

Ю.Н. Разумный

инициалы, фамилия