

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 31.05.2023 23:42:28
Уникальный программный ключ:
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»**

АННОТАЦИИ ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ) ОП ВО

Изучение дисциплин ведется в рамках освоения основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО)

Инженерно-физические технологии в nanoиндустрии

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

реализуемой по направлению подготовки/специальности:

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

(код и наименование направления подготовки/специальности)

*Дисциплины (модули) изучаются в рамках освоения ОП ВО «Инженерно-физические технологии в нанотехнологии и микросистемная техника»
по направлению 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника*

Наименование дисциплины	«Иностранный язык в профессиональной деятельности»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	6/216
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Основы написания академического/ научного текста	Тема 1.1. Ознакомление с академическим/научным текстом. Типы, первичные и вторичные жанры академических текстов. Построение научного текста. Научный стиль речи.
	Тема 1.2. Академический /научный текст (АТ): синтаксический анализ. Элементы содержательной структуры АТ. Синтаксические структуры АТ. Общенаучная и специальная лексика АТ. Синтаксические конструкции, специфика академического/научного текста.
	Тема 1.3. 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 2.1. Особенности подготовки слайдов для научной презентации. Общие рекомендации. Текстовые и слайды данных. Требования к подготовке АП.
	Тема 2.2. Академическое/научное выступление на английском языке. Дискуссии. Структура академической /научной презентации.
Раздел 3. Академическая/научная презентация на английском языке.	Тема 3.1. Стилистические приемы академической презентации (АП) – повторы, параллельные конструкции, сложные грамматические и синтаксические конструкции.
	Тема 3.2. Нормы речевого этикета. Ведение сессии вопросов-ответов в процессе или после АП.
Наименование дисциплины	«История и методология науки»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	2/72
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Введение в теорию научных исследований по информатике и вычислительной технике. Постановка научной проблемы, цели и задач исследования. Методы научных исследований	Теория и генезис ее развития. Понятийный аппарат: теория, научные исследования. Мыслители Древнего мира и выработка ими основных мировоззренческих концепций и подходов к анализу окружающего мира
	Теоретические источники как основа развития мысли. Генезис теории. Теория и наука
	Типы научных исследований. Теоретические постулаты и их представители. Выбор основного направления развития теории. Приоритет анализа среди и нерешенной проблемы.
	Возможности теоретического прогнозирования процессов и явлений. Формирование доказательной базы для теоретического прогнозирования.
	Сравнительный анализ теоретических подходов к науке западной и восточной культур.

Наименование дисциплины	«История и методология науки»
Объем дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	2/72
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 2. Основные виды научных результатов в исследованиях. Апробация результатов исследований. Правила оформления научноисследовательских работ.	Схожие, различные черты и уникальность в выборе темы исследования, методах ее рассмотрения и конечной цели.
	Основные этапы научного исследования в физико-математических науках. Наблюдение и его особенности. Наблюдение как основа выбора темы исследования.
	Виды наблюдения. Определение актуальности выбора темы в физико-математических науках. Поиск инновационной ниши. Доказательство практической значимости выбранной темы. Определение цели и задач исследования. Поиск монографий, материалов научных конференций, круглых столов, статей в специализированных научных изданиях для формирования общей картины в сфере предполагаемого научного исследования.
	Работа с интернет ресурсами и статистическими источниками. Приемы сбора теоретических и эмпирических данных. Формирование базы и проверка ее достоверности. Оформление цитат.
	Роль гипотезы в научном исследовании в физико-математических науках. Гипотеза как форма прогнозирования в научном исследовании в сфере физико-математических наук.
	Доказательная и экспериментальная база для подтверждения гипотезы. PEST анализ как метод исследования научной среды для развития новых технологий.
	Типы моделей. Инновационные подходы к формированию моделей в физикоматематических науках. Формирование графиков, схем, таблиц. Сопоставимость данных
Раздел 3. Рецензирование, оппонирование и другие формы оценки научноисследовательских работ. Внедрение и эффективность научных исследований. Диссертационное исследование, его структура и защита.	Структура диссертации.
	Статьи. Доклады на региональных, национальных и международных конференциях.
	Апробирование результатов научного исследования.
	Участие в инновационных проектах в сфере физико-математических наук
	Требования к написанию автореферата. Сроки рассылки.
	Требования к отзывам внутренним и внешним. Поиск рецензентов.
	Требования к презентациям PowerPoint. Схемы и таблица в презентациях. Требования к выступлению на защите диссертации. Выступления в PowerPoint.

Наименование дисциплины	«Основы применения нанотехнологий и микросистемной техники»
Объем дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	6/216
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Основы нанотехнологий и	Тема 1.1. Понятия нанотехнологий. История возникновения нанотехнологий. Размерные эффекты, характерные

Наименование дисциплины	«Основы применения нанотехнологий и микросистемной техники»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	6/216
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
микросистемной техники	особенности и свойства наночастиц. Технологии «сверху-вниз» и «снизу-верх».
	Тема 1.2. Классификация наноматериалов. Обзор наноматериалов и наноструктур (углеродные нанотрубки, фуллерены, квантовые точки, наноразмерные гетероструктуры и др.).
Раздел 2. Применение нанотехнологий и микросистемной техники	Тема 2.1. Наноматериалы для адресной доставки лекарств.
	Тема 2.2. Перспективы применения резонансно-туннельных диодов. Надёжность РТД.
	Тема 2.3. Прозрачные проводящие структуры и покрытия.
Раздел 3. Методы исследования и диагностики в нанотехнологиях и микросистемной технике	Тема 3.1. Классификация методов диагностики и контроля. Анализ размеров, формы и удельной поверхности наночастиц.
	Тема 3.2. Принципы работы сканирующих зондовых микроскопов.
	Тема 3.3. Взаимодействие электронного пучка с образцом. Спектральный анализ наноматериалов.

Наименование дисциплины	«Введение в микро- и нанoeлектромеханические системы»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	5/180
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Физические основы МЭМС	Тема 1.1. Масштабные преобразования Характеристические числа
Раздел 2. Технологии МЭМС	Тема 2.1. Термическое окисление
	Процесс химического осаждения из газовой фазы (CVD)
	Процесс химического осаждения из газовой фазы при низком давлении (LPCVD)
	Напыление
	Испарение
	Нанесение (формовка) слоев
	Электролитическое нанесение (формовка) слоев
	Анизотропное травление
	Травление в сосудах
	Плазменное травление
	Реактивное ионное травление
	Реактивное травление ионным пучком
	Травление распылением
	Травление ионным пучком
	Лазерная обработка
Кремниевая объёмная микрообработка	
Кремниевая поверхностная микрообработка	
LIGA технология	
SIGA технология	
MUMPs (многопользовательская МЭМС технология)	
Раздел 3. Актюаторы	Тема 3.1. Гидравлические актюаторы Тепловые (биметаллические) актюаторы

Наименование дисциплины	«Введение в микро- и нанoeлектромеханические системы»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	5/180
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
	<p>Магнитные актюаторы Пьезоэлектрические актюаторы Электростатические актюаторы МЭМС-гироскопы Балочные (вибрационные) гироскопы Гироскоп-камертон Гироскопы по технологии imems Гироскопы с диском-вибратором Вращательные вибрационные микрогироскопы Волоконно-оптические гироскопы Радиочастотные МЭМС-ключи МЭМС-конденсаторы и индуктивности Антенные МЭМС МЭМС-генераторы</p>
Раздел 4. НЭМС	<p>Тема 4.1. Нанoeлектромеханические преобразователи Наномашины Биороботы Адресная доставка лекарств Адресная доставка индикаторов</p>

Наименование дисциплины	«Технологии программирования в наноиндустрии»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	8/288
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Математическое введение. Вариационное исчисление как средство решения физических задач	<p>Метод вариаций в задачах с неподвижными границами. Вариация и ее свойства. Уравнение Эйлера. Функционалы, зависящие от производных первого и более высоких порядков. Функционалы, зависящие от функций нескольких независимых переменных. Вариационные задачи в параметрической форме. Метод вариаций в задачах с подвижными границами. Вариационные задачи на условный экстремум. Изопериметрические задачи. Прямые методы в вариационных задачах. Конечно-разностный метод Эйлера. Метод Рунге. Метод Канторовича.</p>
Раздел 2. Вторичное квантование систем, состоящих из многих фермионов	<p>Представление чисел заполнения для систем невзаимодействующих фермионов при малых энергиях. Системы фермионов, взаимодействующих посредством парных сил. Статистический оператор. Матрица плотности. Метод уравнений движения для полей частиц. Уравнение Хартри-Фока.</p>
Раздел 3. Теория Томаса-Ферми	<p>Связь электронной плотности с потенциалом. Принцип минимума энергии и химический потенциал. Свойства атомов и ионов. Введение обменных эффектов. Корреляция в рамках теории Томаса – Ферми. Поправки на градиент плотности. Экранирование зарядов в металлах и полупроводниках. Теорема вириала и масштабные соотношения в теории Томаса</p>

Наименование дисциплины	«Технологии программирования в наноиндустрии»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	8/288
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
	– Ферми.
Раздел 4. Основные положения метода функционалов плотности. Теорема Хоэнберга Кона	Теорема Хоэнберга-Кона. Связь между множествами гамильтонианов и функций плотности. Полная энергия основного состояния ферми-системы как функционал плотности частиц. Средние значения физических величин как функционалы плотности. Вариационный подход и самосогласованные уравнения. Аппроксимации для обменно-корреляционной энергии. Приближение локальной плотности. Описание обменно-корреляционной энергии с помощью парной корреляционной функции. Аппроксимации для функционала кинетической энергии. Градиентное разложение для функционала кинетической энергии. Теорема вириала и масштабные соотношения в методе функционалов плотности как критерии корректности полученных результатов. Теория возмущений в методе функционалов плотности. Линейный отклик системы на внешнее возмущение. Ансамбли при ненулевой температуре. Возбужденные состояния.

Наименование дисциплины	«Квантовая механика в наносистемах»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	6/216
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Корпускулярно – волновой дуализм.	Тема 1.1. Спектр излучения абсолютно черного тела, фотоэффект, эффект Комптона
	Тема 1.2. Гипотеза Л. Де Бройля
	Тема 1.3. Дифракция электронов
Раздел 2. Спин и тождественность частиц.	Тема 2.1. Открытие спина. Магнетон Бора. Оператор спина.
	Тема 2.2. Уравнение Паули. Свойства матриц Паули.
	Тема 2.3. Принцип тождественности частиц. Многоэлектронные атомы.
Раздел 3. Законы дисперсии для свободных электронов и пустой решетки.	Тема 3.1. Законы дисперсии для свободных электронов и пустой решетки. Квазиимпульс и квазичастица. Непрерывность и разрывность закона дисперсии.
	Тема 3.2. Прохождение и отражение волн от решетки. Малый периодический решеточный потенциал. Разложение потенциала в ряд Фурье.
	Тема 3.3. Разрешенные и запрещенные области энергии.
Раздел 4. Построение зоны Бриллюэна, понятие эффективной массы	Тема 4.1. Полное внутреннее отражение на границах зон Бриллюэна.
	Тема 4.2. Эффективная масса и кривизна закона дисперсии.
Раздел 5. Туннелирование	Тема 5.1. Свободный электрон как плоская волна. Туннелирование (подбарьерное прохождение). Надбарьерное отражение. Резонансное туннелирование.
	Тема 5.2. Самофокусировка. Принцип неопределенностей

Наименование дисциплины	«Квантовая механика в наносистемах»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	6/216
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
	Гейзенберга.

Наименование дисциплины	«Аддитивные технологии»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	4/144
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Основные термины и определения. Классификация аддитивных технологий.	Тема 1.1. «Исторические предпосылки появления аддитивных технологий» Цель: изучить основные этапы происхождения аддитивных технологий, их возможности, области применений, преимущества и недостатки.
	Тема 1.2. «Классификация аддитивных технологий» Цель: изучить и сравнить способы изготовления изделий с применением аддитивных технологий, их показатели.
Раздел 2. Оборудование и материалы для аддитивных технологий.	Тема 2.1. «Аддитивные технологии с использованием тепловых процессов» Цель: изучить основные виды изготовления изделий с применением аддитивных технологий с использованием тепловых процессов.
	Тема 2.2. «3D печать электронных компонентов» Цель: изучить возможности применения 3D печати (материалы, оборудование, технологический процесс) для изготовления электронных компонентов.

Наименование дисциплины	«Материалы наноструктурных установок»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	7/252
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Наноматериалы	Тема 1.1. Основы классификации наноматериалов. Терминология
	Тема 1.2. Основные типы структур наноматериалов
	Тема 1.3. Особенности свойств наноматериалов и основные направления их использования
Раздел 2. Нанотехнологии	Тема 2.1. История развития нанотехнологий. Основные понятия и направления развития
	Тема 2.2. Технологии формирования нанослоев
	Тема 2.3. Ионная имплантация
	Тема 2.4. Способы формирования полимерных нановолокон: вытягивание, темплатный синтез и электроформование
Раздел 3. Методы исследования наноматериалов	Тема 3.1. Электронная микроскопия
	Тема 3.2. Спектральные методы
	Тема 3.3. Сканирующие зондовые методы
Раздел 4. Применение наноматериалов и нанотехнологий	Тема 4.1. Нанотехнологии в микроэлектронике, оптоэлектронике и нанофотонике.
	Тема 4.2. Конструкционные наноматериалы
	Тема 4.3. Нанотехнологии в медицине

Наименование дисциплины	«Оптические измерения»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	7/252
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Основные методы и приборы оптических измерений	Тема 1.1. Основные положения метрологии, стандартизации, сертификации и контроля качества. Методы обработки результатов измерений. Методы измерения основных оптических характеристик и параметров. Типовые методы и приборы, используемые в оптических измерениях.
Раздел 2. Анализ качества оптических систем и их элементов	Тема 2.1. Методы измерения и оценки качества оптических систем. Монохроматические и хроматические aberrации, волновые aberrации, частотно-контрастные характеристики (ЧКХ), функция рассеяния точки (ФРТ)
Раздел 3. Современные измерительные комплексы	Тема 3.1. Системы технического зрения. Изучение опыта применения измерительных оптико-электронных приборов и систем для решения современных научно-технических задач.

Наименование дисциплины	«Надежность устройств наноэлектронной и микросистемной техники»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	5/180
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Надежность элемента. Надежность технических систем	Тема 1.1. Введение.
	Тема 1.2. Основные термины и определения теории надежности
	Тема 1.3. Показатели надежности: точечные оценки и доверительные интервалы. Прогнозирование показателей надежности. Факторы, влияющие на надежность ТС.
	Тема 1.4. Надежность технических систем. Основное соединение.
	Тема 1.5. Технические системы с резервированием.
Раздел 2. Методы повышения надежности, определение и контроль	Тема 2.1. Методы повышения надежности
	Тема 2.2. Марковские процессы в теории надежности.
	Тема 2.3. Надежность технических систем с восстановлением.
	Тема 2.4. Испытания на надежность: определительные и контрольные.
Раздел 3. Проблемы обеспечения качества производства наноприборов и радиоэлектронных устройств на их основе	Тема 3.1. Конструкторско-технологические аспекты изготовления устройств на базе наноприборов
	Тема 3.2. Формирование показателей надежности устройств на базе наноприборов
	Тема 3.3. Проблемы обеспечения качества производства устройств на базе наноприборов на примере смесителей радиосигналов СВЧ-диапазона на основе резонансно-туннельных диодов.
Раздел 4. Закономерности формирования постепенных отказов наноприборов и	Тема 4.1. Структурная схема формирования и изменения эксплуатационных параметров наноприборов и радиоэлектронных устройств на их основе

Наименование дисциплины	«Надежность устройств нанoeлектронной и микросистемной техники»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	5/180
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
устройств на их основе	Тема 4.2. Влияние изменения в процессе деградации параметров резонансно-туннельной структуры на электрические характеристики смесителей радиосигналов СВЧ-диапазона на основе резонансно-туннельных диодов
	Тема 4.3. Анализ влияния технологических погрешностей на выходные электрические параметры устройств на основе наноприборов.
Раздел 5. Конструкторско-технологическая оптимизация устройств на основе наноприборов	Тема 5.1. Конструкторско-технологическая оптимизация устройств на основе наноприборов по критерию максимальной гамма-процентной наработки до отказа
	Тема 5.2. Конструкторско-технологическая оптимизация устройств на основе наноприборов с учетом экспертных оценок поля допустимых значений его выходных параметров

Наименование дисциплины	«Технология нанесения тонких пленок»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	4/144
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Основные типы тонких пленок и методы их формирования	Тема 1.1. Области применения тонких плёнок. Классификация пленок и покрытий. Отличительные особенности тонкопленочного состояния вещества. Термическое и электронно-лучевое испарение. Химическая газофазная эпитаксия. Лазерная эпитаксия. Жидкофазная эпитаксия. Ионно-плазменные методы. Плазмохимическое осаждение. Молекулярно-лучевая эпитаксия.
Раздел 2. Свойства тонких плёнок и их исследования	Тема 2.1. Классификация методов диагностики и контроля. Взаимодействие электронного пучка с образцом. Электронные микроскопия и спектроскопия. Взаимодействие света с веществом. Эллипсометрия. Сканирующая зондовая микроскопия.

Наименование дисциплины	«Диагностические системы в нанотехнологиях»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	7/252
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Сканирующая зондовая микроскопия.	Тема 1.1. Принципы работы сканирующих зондовых микроскопов. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Электросиловая микроскопия. Магнитно-силовая микроскопия. Ближнепольная оптическая микроскопия.
Раздел 2. Электронные микроскопия и спектроскопия.	Тема 2.1. Взаимодействие электронного пучка с образцом. Растровая электронная микроскопия. Просвечивающая электронная микроскопия. Оже-спектроскопия. Рентгенофлуоресцентный анализ. Вторичная ионная масс-

Наименование дисциплины	«Диагностические системы в нанотехнологиях»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	7/252
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
	спектроскопия. Вейвлет-преобразование для анализа элементного состава наноструктур.
Раздел 3. Оптические методы диагностики.	Тема 3.1. Взаимодействие света с веществом. Оптическая микроскопия. Оптическая, УФ- и ИК-спектроскопии. Эллипсометрия. Спектроскопия комбинационного рассеяния. Лазерная дифрактометрия. Вейвлет-преобразование для анализа состава наноструктур.

Наименование дисциплины	«Modeling of nanoobjects»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	2/72
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Initial concepts of the theory of multielectron systems	Wave function of a multielectron system. Symmetry of physical systems and types wave functions. The concept of space and spin orbitals. Single and multi-determinant functions. Full energy. The structure of the potential energy surface.
Self-consistent field equations	Energy of a one-determinant state. Closed and open shells. Variation of the total energy - the functional of the wave function. Method of indefinite Lagrange multipliers. Hartree-Fock equations. Expansion of orbitals in terms of basis functions. Base types. Rutan's equations. Population analysis. Block diagram of solutions of self-consistent field equations in quantum-chemical packages.
Electron correlation	Post-Hartree-Fock approximations. Matrix of electron density of the 1st and 2nd order (correlation function). Correlation hole function. Energy as a functional of density matrices.
Density functional theory of Kohenberg-Kohn-Sham	Electron density as a fundamental variable. The first and second Kohenberg-Kohn theorems. Kohn-Sham equations.
Exchange-correlation functionals	Local density approximation. Gradient expansion. Generalized Gradient decomposition (GGA). Meta GGA. hybrid functionality. Orbitally dependent functionals. DFT+U
Fundamentals of Solids Calculations	Bloch's theorem. Brillouin zones. symmetrical points. Density of states. Basis plane waves. Pseudopotentials. Method of attached plane waves. Structure of popular packages for periodic DFT calculations (VASP, ESPRESSO).

Наименование дисциплины	«Технология изготовления устройств нано- и микросистемной техники»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	5/180
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Понятие технологии микро- и нанoeлектронных схем	Тема 1.1. Основные технологические процессы. Планарная технология. Характеристика современной технологии ИМС

Наименование дисциплины	«Технология изготовления устройств нано- и микросистемной техники»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	5/180
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 2. Подготовка полупроводниковых подложек	Тема 2.1. Ориентирование кристаллов. Механическая обработка;
Раздел 3. Легирование полупроводниковых подложек	Тема 3.1. Диффузия примесей в полупроводник. Диффузия в потоке газа-носителя. Измерение параметров диффузионных слоев. Легирование полупроводников ионным внедрением. Радиационные эффекты в кремнии. Отжиг имплантированного кремния.
Раздел 4. Нанесение пленок на поверхность подложек	Тема 4.1. Эпитаксиальное наращивание кремния. Хлоридный и гидридный методы эпитаксии. Молекулярно-лучевая эпитаксия кремния. Термическое окисление кремния. Вакуумное напыление. Схема вакуумной установки. Ионно-плазменное напыление тонких плёнок. Магнетронные системы напыления. Химическое осаждение тонких плёнок из газовой фазы.
Раздел 5. Получение рисунка элементов интегральных схем	Тема 5.1. Ионно-плазменное травление. Фотолитография. Позитивные и негативные фоторезисты. Методы создания фотошаблонов. Электролитография. Особенности литографии нанометровых размеров.
Раздел 6. Типовой технологический процесс	Тема 6.1. Изоляция элементов в интегральных микросхемах. Изоляция p-n переходом. Изоляция диэлектрическими плёнками. Локальное окисление. Типовой технологический процесс изготовления изопланарной биполярной СБИС. Типовой технологический процесс изготовления n-канальных МОП СБИС. Металлизация ИС. Разводка на основе плёнок алюминия. Сборка интегральных микросхем. Методы присоединения кристаллов. Метод термокомпрессии, ультразвуковой сварки.

Наименование дисциплины	«Технология производства наноэлектронных устройств»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	5/180
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Понятие технологии производства наноэлектронных устройств	Тема 1.1. Планарная технология. Основные технологические процессы. Характеристика современной технологии ИМС
Раздел 2. Подготовка подложек	Тема 2.1. Механическая обработка и ориентирование кристаллов;
Раздел 3. Легирование подложек	Тема 3.1. Диффузия. Измерение параметров диффузионных слоев. Легирование наноэлектронных устройств ионным внедрением. Радиационные эффекты в кремнии. Отжиг имплантированного кремния.
Раздел 4. Нанесение пленок на поверхность подложек	Тема 4.1. Хлоридный и гидридный методы эпитаксии. Молекулярно-лучевая эпитаксия кремния. Термическое окисление кремния. Вакуумное напыление. Схема вакуумной установки. Технологии напыления тонких плёнок.

Наименование дисциплины	«Технология производства наноэлектронных устройств»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	5/180
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 5. Получение рисунка элементов интегральных схем	Тема 5.1. Ионно-плазменное травление. Фотолитография. Позитивные и негативные фоторезисты. Методы создания фотошаблонов. Электронолитография. Особенности литографии нанометровых размеров.
Раздел 6. Технологический процесс	Тема 6.1. Типы изоляции элементов в интегральных микросхемах. Типовой технологический процесс изготовления изопланарной биполярной СБИС. Типовой технологический процесс изготовления n-канальных МОП СБИС.

Наименование дисциплины	«Создание инновационного продукта»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	2/72
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Принципы и методы разработки инновационного изделия.	Тема 1.1. Этапы разработки высокотехнологичных изделий. 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.
Раздел 2. Влияние конструктивно-технологических факторов на производство инновационного изделий требуемого качества.	Тема 2.1. Анализ и моделирование технологических инноваций. Математическая модель эффективного производства изделий требуемого качества. Структурная схема комплексной технологической оптимизации. Автоматизированное проектирование с учетом конструктивно-технологических факторов.

Наименование дисциплины	«Design of innovative product / Создание инновационного продукта»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	2/72
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Принципы и методы разработки инновационного изделия.	Тема 1.1. Этапы разработки высокотехнологичных изделий. 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.
Раздел 2. Влияние конструктивно-технологических факторов на производство инновационного изделий	Тема 2.1. Анализ и моделирование технологических инноваций. Математическая модель эффективного производства изделий требуемого качества.

Наименование дисциплины	«Design of innovative product / Создание инновационного продукта»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	2/72
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
требуемого качества.	Структурная схема комплексной технологической оптимизации. Автоматизированное проектирование с учетом конструктивно-технологических факторов.

Наименование дисциплины	«Технологии производства оптоэлектронной базы»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	5/180
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Основные технологические процессы производства приборов оптоэлектроники.	Тема 1.1. Современные технологии изготовления полупроводниковых подложек и эпитаксиальных структур на них. Фотолитографическая технология формирования резистивных масок. Технологическое оборудование.
Раздел 2. Маршруты изготовления полупроводниковых приборов	Тема 2.1. Основные технологические этапы изготовления оптоэлектронных приборов по меза- и планарной технологиям.
Раздел 3. Постростовые технологии формирования легированных слоев	Тема 3.1. Технологические операции легирования полупроводниковых структур методами ионной имплантации и диффузии. Технологическое оборудование. Моделирование диффузионных процессов.
Раздел 4. Технологии разделения полупроводниковой подложки на кристаллы	Тема 4.1. Технологии лазерного скрайбирования и дисковой резки в технологии производства оптоэлектронных компонентов. Технологическое оборудование. Моделирование процессов лазерной резки.
Раздел 5. Интеграция оптических элементов в активные оптоэлектронные компоненты	Тема 5.1. Оптические характеристики оптоволоконна для волоконно-оптических систем связи и технология его производства. Методы юстировки оптических элементов в устройствах оптоэлектроники.
Раздел 6. Методы герметизации оптоэлектронных компонентов	Тема 6.1. Применение кремнийорганических компаундов, клеев и полиимидов в оптоэлектронном производстве. Технологии герметизации и корпусирования изделий оптоэлектроники
Раздел 7. Контроль параметров оптоэлектронных полупроводниковых компонентов	Тема 7.1. Контролируемые параметры полупроводниковых оптоэлектронных компонентов. Методы измерений параметров. Зондовый метод межоперационного контроля.

Наименование дисциплины	«Технологии изготовления лазеров на основе наноструктур»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	5/180
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
Раздел 1. Основные технологические процессы	Тема 1.1. Технологии изготовления подложек и эпитаксиальных структур на них.

Наименование дисциплины	«Технологии изготовления лазеров на основе наноструктур»
Объём дисциплины, ЗЕ/ак.ч.	5/180
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
Разделы	Темы
производства лазеров на основе наноструктур.	Фотолитографическая технология формирования резистивных масок.
Раздел 2. Маршруты изготовления лазеров на основе наноструктур.	Тема 2.1. Этапы изготовления оптоэлектронных приборов по меза- и планарной технологиям.
Раздел 3. Постростовые технологии формирования легированных слоев	Тема 3.1. Операции легирования полупроводниковых структур различными методами. Технологическое оборудование. Моделирование диффузионных процессов.
Раздел 4. Технологии разделения подложки	Тема 4.1. Виды лазерного скрайбирования и дисковой резки в технологии производства оптоэлектронных компонентов.
Раздел 5. Интеграция оптических элементов в активные оптоэлектронные компоненты	Тема 5.1. Характеристики оптоволоконна для волоконно-оптических систем связи и технологии его производства.
Раздел 6. Герметизация оптоэлектронных компонентов	Тема 6.1. Технологии герметизации и корпусирования изделий оптоэлектроники
Раздел 7. Контроль параметров оптоэлектронных компонентов	Тема 7.1. Контролируемые параметры оптоэлектронных компонентов. Способы измерений параметров.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Доцент кафедры

«Нанотехнологии и

микросистемная техника»

Должность, БУП



Подпись

С.В. Агасиева

Фамилия И.О.