

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель Министра образования  
и науки Российской Федерации

А.Г. Свинаренко

18 января 2006 г.

Регистрационный №  
736 тех/сп

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ СТАНДАРТ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**Направление подготовки**

**210600 Нанотехнология**

Квалификация – инженер

Вводится с момента утверждения

Москва, 2006 г.

## **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ**

### **210600 НАНОТЕХНОЛОГИЯ**

**1.1. Направление подготовки утверждено приказом Министерства образования Российской Федерации № 686 от 02.03.2000 г.**

**1.2. Перечень образовательных программ (специальностей), реализуемых в рамках данного направления подготовки:**

210601 Нанотехнология в электронике  
210602 Наноматериалы.

**1.3. Квалификация выпускника – инженер.**

**Нормативный срок** освоения основной образовательной программы подготовки инженера в рамках направления подготовки 210600 Нанотехнология при очной форме обучения 5 лет.

**1.4. Квалификационная характеристика выпускника.**

Инженер-исследователь по направлению подготовки "Нанотехнология" в соответствии с требованиями "Квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и других служащих", утвержденного Постановлением Минтруда России от 21.08.98, №37, может занимать следующие должности: инженер, инженер-электроник, инженер-технолог, инженер-конструктор, инженер-лаборант и прочие.

**1.4.1. Область профессиональной деятельности**

Область профессиональной деятельности выпускника включает в себя совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности, направленной на исследование, моделирование, разработку нанотехнологий для создания, производства и эксплуатации наноматериалов, нанокomпонентов, элементов, приборов и устройств наноэлектроники.

**1.4.2. Объекты профессиональной деятельности**

Объектами профессиональной деятельности выпускника в зависимости от содержания образовательной программы подготовки (специальности) являются наноматериалы, нанокomпоненты, элементы, устройства и приборы на их основе, технологические процессы их изготовления, методы исследования, физические и физико-химические явления в процессах их получения, обработки и службы, проектирование и конструирование приборов на основе наноматериалов, диагностическое и технологическое оборудование, математические модели процессов нанотехнологии и объектов наноэлектроники.

**1.4.3. Виды профессиональной деятельности**

Выпускник по направлению подготовки «Нанотехнология» в соответствии с фундаментальной и специальной подготовкой может выполнять следующие виды профессиональной деятельности:

- научно-исследовательская;
- проектно-конструкторская;
- производственно-технологическая;
- экспертная;
- организационно- управленческая;
- эксплуатационное и сервисное обслуживание.

#### 1.4.4. Обобщенные задачи профессиональной деятельности

Инженер-исследователь по направлению подготовки «Нанотехнология» может быть подготовлен к решению следующих типовых задач:

##### 1) научно-исследовательская деятельность:

- анализ, систематизация и обобщение научно-технической информации по теме исследований;
- измерение или экспериментальное исследование микро- и нанообъектов с целью создания на их основе новых материалов, приборов или их технологий;
- построение физико-химических моделей объектов и процессов ;
- математическое моделирование разрабатываемых структур, приборов или технологических процессов с целью оптимизации их параметров с использованием современных компьютерных технологий;
- составление описаний проводимых исследований, подготовка данных для составления отчетов, обзоров и другой документации;

##### 2) проектно-конструкторская деятельность:

- анализ состояния научно-технической проблемы, формулирование технического задания, постановка цели и задач проектирования объекта на основе подбора и изучения литературных и патентных источников;
- проектирование, расчет и конструирование наноструктурных материалов различного назначения, изделий и устройств на их основе;
- оценка экономической эффективности проектно-конструкторских решений, обеспечение необходимого уровня унификации и стандартизации изделий;
- участие в модельных и натуральных экспериментах по оптимизации структуры и конструкции электронных компонентов, приборов, устройств и оборудования, оценка их качества и надежности на стадиях проектирования и эксплуатации;
- разработка проектно-конструкторской документации;

##### 3) производственно-технологическая деятельность:

- анализ состояния научно-технической проблемы, формулирование цели и задач исследований при разработке технологических процессов производства наноматериалов различного назначения, изделий и устройств на их основе;
- разработка и планирование технологических процессов изготовления наноматериалов, приборов и устройств на их основе, решение организационных и технико-экономических вопросов, связанных с их производством;
- метрологическое обеспечение технологических процессов, выбор методов и средств контроля качества материалов и выпускаемой продукции, их сертификация;

##### 4) организационно-управленческая деятельность:

- организация работы коллектива исполнителей, принятие исполнительских решений в условиях спектра мнений;
- поиск оптимальных решений при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты;

- разработка планов конструкторско-технологических работ и управление ходом их выполнения;
  - оценка экономической эффективности принимаемых решений, их патентной чистоты, маркетинга;
  - профилактика производственного травматизма, профессиональных заболеваний, предотвращение экологических нарушений, защита интеллектуальной собственности;
- 5) эксплуатационное и сервисное обслуживание:
- выполнение экспериментальных работ по оценке надежности и долговечности наноматериалов различного назначения, изделий и устройств на их основе в условиях эксплуатации;
  - монтаж, наладка и техническое обслуживание отечественного и импортного нанотехнологического, диагностического и исследовательского оборудования;
  - составление технической документации, включая инструкции по эксплуатации технологического оборудования, программы испытаний, технические условия.

#### 1.4.5. Квалификационные требования.

Для решения профессиональных задач инженер

- осуществляет сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследований;
- изучает специальную литературу и другую научно-техническую информацию, достижения отечественной и зарубежной науки и техники в области нанотехнологии, наноматериалов и наноэлектроники;
- проводит экспериментальные исследования нанообъектов с целью создания на их основе новых материалов, приборов и технологий их получения;
- составляет описания проводимых исследований, готовит данные для составления отчетов, обзоров и другой документации;
- выполняет математическое моделирование наноструктур, приборов и технологических процессов с целью оптимизации их параметров;
- участвует в проектировании, конструировании и модернизации элементов, приборов и устройств наноэлектроники;
- оценивает экономическую эффективность принимаемых проектно-конструкторских решений, обеспечивает необходимый уровень унификации и стандартизации изделий;
- разрабатывает проектную и рабочую техническую документацию, оформляет законченные научно-исследовательские и проектно-конструкторские работы;
- разрабатывает метрологическое обеспечение технологических процессов, выбирает методы и средства контроля качества материалов и выпускаемой продукции, проводит их сертификацию;
- осуществляет контроль за соблюдением технологической дисциплины на предприятии и правильной эксплуатацией диагностического и технологического оборудования;
- принимает участие в составлении патентных и лицензионных паспортов заявок на изобретения и промышленные образцы;
- рассматривает вопросы, связанные с совершенствованием эксплуатационных характеристик используемых наноматериалов, конструкции и устройств на их основе, технологии производства материалов и изделий, дает заключения о целесообразности их использования;

- осуществляет профилактику производственного травматизма и профессиональных заболеваний, разрабатывает мероприятия по предотвращению экологических нарушений, защите интеллектуальной собственности;
- подготавливает рецензии, отзывы и заключения на техническую документацию, разрабатывает инструкции по эксплуатации оборудования, технике безопасности и программам испытаний наноматериалов различного назначения, изделий и устройств на их основе.

Инженер должен знать:

- постановления, распоряжения, приказы, методические и нормативные материалы по своей профессиональной деятельности;
- действующие стандарты и технические условия, положения и инструкции по эксплуатации оборудования, программам испытаний, оформлению технической документации;
- технические характеристики и экономические показатели отечественных и зарубежных разработок в области наноматериалов и нанотехнологий;
- технические требования, предъявляемые к материалам и готовой продукции;
- основное используемое оборудование и принципы его работы;
- нормативы расхода материалов, топлива и энергии;
- перспективы технического развития предприятия;
- порядок и методы проведения патентных исследований;
- основы изобретательства и рационализаторства;
- современные средства вычислительной техники, коммуникации и связи;
- специальную научно-техническую и патентную литературу по тематике исследований и разработок;
- основы экономики, организации труда и управления коллективом;
- основы трудового законодательства;
- правила и нормы охраны труда;
- методики расчета технико-экономической эффективности при выборе технических и организационных решений;
- наиболее рациональные способности защиты и порядок действий коллектива предприятия (отдела, лаборатории, цеха) в чрезвычайных ситуациях.

### **1.5. Возможности продолжения образования выпускника.**

Инженер, освоивший основную образовательную программу высшего профессионального образования по направлению подготовки «Нанотехнология», подготовлен для продолжения образования в аспирантуре.

## **2. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ПОДГОТОВКИ АБИТУРИЕНТА**

2.1. Предшествующий уровень образования абитуриента - среднее (полное) общее или среднее профессиональное образование.

2.2. Абитуриент должен иметь документ государственного образца о среднем (полном) общем образовании или среднем профессиональном образовании, или начальном профессиональном образовании, если в нем есть запись о получении предъявителем среднего (полного) общего образования, или высшем профессиональном образовании.

## **3. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ**

**К ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ  
ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ  
210600 НАНОТЕХНОЛОГИЯ**

3.1. Основная образовательная программа подготовки инженера разрабатывается на основании настоящего государственного образовательного стандарта дипломированного специалиста и включает в себя перечень учебных дисциплин, программы учебных, научно-производственных практик.

3.2. Требования к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы подготовки инженера, к условиям ее реализации и срокам ее освоения определяются настоящим государственным образовательным стандартом.

3.3. Основная образовательная программа подготовки инженера состоит из дисциплин федерального компонента, дисциплин национально-регионального (вузовского) компонента, дисциплин по выбору студента, а также факультативных дисциплин. Дисциплины вузовского компонента и по выбору студента в каждом цикле должны содержательно дополнять дисциплины, указанные в федеральном компоненте цикла.

3.4. Основная образовательная программа подготовки инженера должна предусматривать изучение студентом следующих циклов дисциплин и итоговую государственную аттестацию:

- цикл ГСЭ - Общие гуманитарные и социально-экономические дисциплины;
- цикл ЕН - Общие математические и естественнонаучные дисциплины;
- цикл ОПД - Общепрофессиональные дисциплины;
- цикл СД - Специальные дисциплины, включая дисциплины специализации;
- ФТД - Факультативы.

3.5. Содержание национально-регионального компонента основной образовательной программы подготовки инженера должно обеспечивать подготовку выпускника в соответствии с квалификационной характеристикой, установленной настоящим государственным образовательным стандартом.

**4. ТРЕБОВАНИЯ К ОБЯЗАТЕЛЬНОМУ МИНИМУМУ СОДЕРЖАНИЯ ОСНОВНОЙ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ  
ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ  
210600 НАНОТЕХНОЛОГИЯ**

Индекс	Наименование дисциплин И их основные разделы	Всего часов
ГСЭ	<b>Общие гуманитарные и социально-экономические дисциплины</b>	1802
ГСЭ. Ф. 00	Федеральный компонент	1260

ГСЭ. Ф. 01	<p>Иностранный язык:</p> <p>лексический минимум в объеме 4000 учебных лексических единиц общего и терминологического характера; грамматические навыки, обеспечивающие коммуникацию общего характера без искажения смысла при письменном и устном общении; основные грамматические явления, характерные для профессиональной речи; понятие об обиходно-литературном, официально-деловом и научном стилях, стиле художественной литературы; основные особенности научного стиля; культура и традиции стран изучаемого языка, правила речевого этикета; говорение; диалогическая и монологическая речь с использованием наиболее употребительных и относительно простых лексико-грамматических средств в основных коммуникативных ситуациях неофициального и официального общения; чтение; виды текстов: несложные прагматические тексты и тексты по широкому и узкому профилю специальности; письмо; виды речевых произведений: аннотация, реферат, тезисы, сообщения, частное письмо, деловое письмо, биография.</p>	340
ГСЭ. Ф. 02	<p>Физическая культура:</p> <p>физическая культура в общекультурной и профессиональной подготовке студентов; ее социально-биологические основы; основы здорового образа жизни студента; особенности использования средств физической культуры для оптимизации работоспособности; общая физическая и специальная подготовка в системе физического воспитания; основы методики самостоятельных занятий и самоконтроль за состоянием своего организма.</p>	408
ГСЭ. Ф. 03	<p>Отечественная история:</p> <p>сущность, формы, функции исторического знания; методы и источники изучения истории; понятие и классификация исторического источника; отечественная историография в прошлом и настоящем: общее и особенное; методология и теория исторической науки; история России как неотъемлемая часть истории; античное наследие в эпоху Великого переселения народов; проблема этногенеза восточных славян; основные этапы становления государственности; Древняя Русь и кочевники; Византийско-древнерусские связи; особенности социального строя Древней Руси; этнокультурные и социально-политические процессы становления русской государственности; принятие христианства; распространение ислама; эволюция восточнославянской государственности в XI-XII в.в.; социально-политические изменения в русских землях в XII-XV в.в.; Русь и Орда: проблемы взаимовлияния; Россия и средневековые государства Европы и Азии; специфика формирования единого российского государства; возвышение Москвы;</p>	(см. п.6.1.2)

	<p>формирование сословной системы организации общества; реформы Петра 1; Век Екатерины; предпосылки и особенности складывания российского абсолютизма; дискуссии о генезисе самодержавия; особенности и основные этапы экономического развития России; эволюция форм собственности на землю; структура феодального землевладения; крепостное право в России; мануфактурно-промышленное производство; становление индустриального общества в России: общее и особенное; общественная мысль и особенности общественного движения России XIXв; реформы и реформаторы в России; русская культура XIX века и ее вклад в мировую культуру; роль XX столетия в мировой истории; глобализация общественных процессов; проблема экономического роста и модернизации; революции и реформы; социальная трансформация общества; столкновение тенденций интернационализма и национализма, интеграции и сепаратизма, демократии и авторитаризма; Россия в начале XX в.; объективная потребность индустриальной модернизации России; Российские реформы в контексте общемирового развития в начале века; политические партии России: генезис, классификация, программы, тактика; Россия в условиях мировой войны и общенационального кризиса; революция 1917 г.; гражданская война и интервенция, их результаты и последствия; российская эмиграция; социально-экономическое развитие страны в 20-е гг.; НЭП; формирование однопартийного политического режима; образование СССР; культурная жизнь страны в 20-е гг.; внешняя политика; курс на строительство социализма в одной стране и его последствия; социально-экономические преобразования в 30-е гг.; усиление режима личной власти Сталина; сопротивление сталинизму; СССР накануне и в начальный период второй мировой войны; Великая Отечественная война; социально-экономическое развитие, общественно-политическая жизнь, культура, внешняя политика СССР в послевоенные годы; холодная война; попытки осуществления политических и экономических реформ; НТР и ее влияние на ход общественного развития; СССР в середине 60-80-х гг.: нарастание кризисных явлений; Советский Союз в 1985-1991 гг.; перестройка; попытка государственного переворота 1991 г. и ее провал; Беловежские соглашения; октябрьские события 1993 г; становление новой российской государственности (1993-1999 гг.); Россия на пути радикальной социально-экономической модернизации; культура в современной России; внешнеполитическая деятельность в условиях новой геополитической ситуации.</p>	
ГСЭ. Ф. 04	<p>Культурология: структура и состав современного культурологического</p>	



	<p>знания; культурология и история культуры; основные понятия культурологии: типология культур, этническая и национальная, элитарная и массовая культуры; восточные и западные типы культур; культура и глобальные проблемы современности.</p>	
ГСЭ. Ф. 05	<p>Политология:          объект, предмет и метод политической науки; функции политологии; политическая жизнь и властные отношения; роль и место политики в жизни современных обществ; российская политическая традиция: истоки, социокультурные основания, историческая динамика; политическая власть; политическая система: политические режимы, политические партии, электоральные системы; политические отношения и процессы; политические конфликты и способы их разрешения; политические технологии; политические организации и движения; политические элиты; политическое лидерство; мировая политика и международные отношения.</p>	
ГСЭ. Ф. 06	<p>Русский язык и культура речи:          стили современного русского литературного языка; языковая норма, ее роль в становлении и функционировании литературного языка; речевое взаимодействие; основные единицы общения; устная и письменная разновидности литературного языка; нормативные, коммуникативные, этические аспекты устной и письменной речи; функциональные стили современного русского языка; взаимодействие функциональных стилей; научный стиль; специфика использования элементов различных языковых уровней в научной речи; речевые нормы учебной и научной сфер деятельности; официально-деловой стиль, сфера его функционирования, жанровое разнообразие; языковые формулы официальных документов; приемы унификации языка служебных документов; интернациональные свойства русской официально-деловой письменной речи; язык и стиль распорядительных документов; язык и стиль коммерческой корреспонденции; язык и стиль инструктивно-методических документов; реклама в деловой речи; правила оформления документов; речевой этикет в документе; жанровая дифференциация и отбор языковых средств в публицистическом стиле; особенности устной публичной речи; оратор и его аудитория; основные виды аргументов; подготовка речи: выбор темы, цель речи, поиск материала, начало, развертывание и завершение речи; основные приемы поиска материала и виды вспомогательных материалов; словесное оформление публичного выступления; понятливость, информативность и выразительность публичной речи; разговорная речь в системе функциональных разновидностей русского</p>	

	литературного языка; условия функционирования разговорной речи, роль внеязыковых факторов; культура речи; основные направления совершенствования навыков грамотного письма и говорения.	
ГСЭ. Ф. 07	<p>Психология и педагогика:</p> <p>психология: предмет, объект и методы психологии; психика, поведение и деятельность; основные функции психики; мозг и психика; структура психики; основные психические процессы; структура сознания; познавательные процессы; эмоции и чувства; психическая регуляция поведения и деятельности; психология личности;</p> <p>педагогика: объект, предмет, задачи, функции, методы педагогики; основные категории педагогики: образование, воспитание, обучение, педагогическая деятельность, педагогическое взаимодействие, педагогическая технология, педагогическая задача.</p>	
ГСЭ. Ф. 08	<p>Правоведение:</p> <p>государство и право; система российского права; конституция Российской Федерации - основной закон государства; понятие гражданского правоотношения; физические и юридические лица; право собственности; административные правонарушения и административная ответственность; уголовная ответственность за совершение преступлений; особенности правового регулирования будущей профессиональной деятельности.</p>	
ГСЭ. Ф. 09	<p>Социология:</p> <p>предыстория и социально-философские предпосылки социологии как науки; общество и социальные институты; мировая система и процессы глобализации; социальные группы и общности; виды общностей; общность и личность; малые группы и коллективы; социальная организация; социальные движения; социальное неравенство, стратификация и социальная мобильность; понятие социального статуса; личность как социальный тип; социальный контроль и девиация; социальные изменения; социальные революции и реформы; концепция социального прогресса; место России в мировом сообществе; методы социологического исследования.</p>	
ГСЭ. Ф. 10	<p>Философия:</p> <p>предмет философии; место и роль философии в культуре; становление философии; основные направления, школы философии и этапы исторического развития; структура философского знания; учение о бытии; монистические и плюралистические концепции бытия, самоорганизация бытия; понятия материального и идеального; пространство, время; движение и развитие, диалектика; детерминизм и индетерминизм; динамические и статистические закономерности; научные, философские и</p>	

	<p>религиозные картины мира; человек, общество, культура; человек и природа; общество и его структура; гражданское общество и государство; человек в системе социальных связей; человек и исторический процесс: личность и массы, свобода и необходимость; формационная и цивилизационная концепции общественного развития; смысл человеческого бытия; насилие и ненасилие; свобода и ответственность; мораль, справедливость, право; нравственные ценности; представление о совершенном человеке в различных культурах; эстетические ценности и их роль в человеческой жизни; религиозные ценности и свобода совести; сознание и познание; сознание, самосознание и личность; познание, творчество, практика; вера и знание; понимание и объяснение; рациональное и иррациональное в познавательной деятельности; проблема истины; действительность, мышление, логика и язык; научное и вненаучное знание; критерии научности; структура научного познания, его методы и формы; рост научного знания; научные революции и смены типов рациональности; наука и техника; будущее человечества; глобальные проблемы современности; взаимодействие цивилизаций и сценарии будущего.</p>	
ГСЭ. Ф. 11	<p>Экономика:  введение в экономическую теорию; блага; потребности, ресурсы; экономический выбор; экономические отношения; экономические системы; основные этапы развития экономической теории; методы экономической теории; микроэкономика; рынок; спрос и предложения; потребительские предпочтения и предельная полезность; факторы спроса; индивидуальный и рыночный спрос; эффект дохода и эффект замещения; эластичность; предложение и его факторы; закон убывающей предельной производительности; эффект масштаба; виды издержек; фирма; выручка и прибыль; принцип максимизации прибыли; предложение совершенно конкурентной фирмы и отрасли; эффективность конкурентных рынков; рыночная власть; монополия; монополистическая конкуренция; олигополия; антимонопольное регулирование; спрос на факторы производства; рынок труда; спрос и предложение труда; заработная плата и занятость; рынок капитала; процентная ставка и инвестиции; рынок земли; рента; общее равновесие и благосостояние; неравенство; внешние эффекты и общественные блага; роль государства; макроэкономика: национальная экономика как целое; кругооборот доходов и продуктов; ВВП и способы его измерения; национальный доход; располагаемый личный доход; индексы цен; безработица и ее формы; инфляция и ее виды; экономические циклы; макроэкономическое равновесие; совокупный спрос и совокупное предложение; стабилизационная политика; равновесие на товарном</p>	

	рынке; потребление и сбережения; инвестиции; государственные расходы и налоги; эффект мультипликатора; бюджетно-налоговая политика; деньги и их функции; равновесие на денежном рынке; денежный мультипликатор; банковская система; денежно-кредитная политика; экономический рост и развитие; международные экономические отношения; внешняя торговля и торговая политика; платежный баланс; валютный курс; особенности переходной экономики России; приватизация; формы собственности; предпринимательство; теневая экономика; рынок труда; распределение и доходы; преобразования в социальной сфере; структурные сдвиги в экономике; формирование открытой экономики.	
ГСЭ. Р. 00	Национально-региональный (вузовский) компонент	270
ГСЭ. В. 00	Дисциплины по выбору студента, устанавливаемые вузом	270
ЕН	<b>Общие математические и естественно-научные дисциплины</b>	2720
ЕН. Ф. 00	Федеральный компонент	2020
ЕН. Ф. 01	Математика: аналитическая геометрия и линейная алгебра; последовательности и ряды; дифференциальное и интегральное исчисления; векторный анализ и элементы теории поля; гармонический анализ; дифференциальные уравнения; интегральные преобразования; методы получения приближенных решений; численные методы; основы вычислительного эксперимента; функции комплексного переменного; обобщенные функции и действия над ними; элементы функционального и тензорного анализа; вероятность и статистика: теория вероятностей, случайные процессы и поля, статистическое оценивание и проверка гипотез, статистические методы обработки экспериментальных данных; вариационное исчисление и оптимальное управление.	700
ЕН. Ф. 02	Физика: физические основы механики: понятие состояния в классической механике, уравнения движения, законы сохранения, инерциальные и неинерциальные системы отсчета, кинематика и динамика твердого тела, жидкостей и газов, основы релятивистской механики; физика колебаний и волн: гармонический и ангармонический осциллятор, свободные и вынужденные колебания, интерференция и дифракция волн; молекулярная физика и термодинамика: три начала термодинамики, термодинамические функции состояния, классическая и квантовая статистики, кинетические явления, порядок и беспорядок в природе;	600

	<p>электричество и магнетизм: электростатика и магнитостатика в вакууме и веществе, электрический ток, уравнение непрерывности, уравнения Максвелла, электромагнитное поле, принцип относительности в электродинамике; оптика: отражение и преломление света, оптическое изображение, волновая оптика, принцип голографии, квантовая оптика, тепловое излучение, фотоны; атомная и ядерная физика: корпускулярно-волновой дуализм в микромире, принцип неопределенности, квантовые уравнения движения, строение атома, магнетизм микрочастиц, молекулярные спектры, электроны в кристаллах, атомное ядро, радиоактивность, элементарные частицы; современная физическая картина мира: иерархия структур материи, эволюция Вселенной, физическая картина мира как философская категория, физический практикум.</p>	
ЕН. Ф. 03	<p>Химия:          Неорганическая химия:          классификация неорганических веществ; основные законы; периодическая система Менделеева и строение атомов; основные типы химической связи; свойства элементов и их соединений в зависимости от их места в системе Менделеева; растворы; способы выражения концентрации веществ; окислительно-восстановительные реакции; кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства неорганических соединений; свойства растворов электролитов; катализ; химический практикум.          Органическая химия:          классификация, строение и номенклатура органических соединений; классификация органических реакций; катализ органических реакций; свойства основных классов органических соединений; элементоорганические соединения; основные методы синтеза органических соединений.          Физическая химия:          химическая термодинамика: начала термодинамики, термодинамические функции, химический потенциал и общие условия равновесия систем, термодинамические свойства газов и газовых смесей; химическое равновесие в гомогенных и гетерогенных системах; фазовые равновесия и свойства растворов; растворы электролитов; термодинамическая теория Э.Д.С.; явления переноса; химическая кинетика: формальная кинетика, теории химической кинетики, кинетика сложных гомогенных, фотохимических, цепных и гетерогенных реакций; поверхностные явления.          Коллоидная химия:          устойчивость дисперсных систем; адгезия и смачивание; поверхностно-активные вещества; мицеллообразование; системы с жидкой и газообразной дисперсионной средой; золи, суспензии, эмульсии, пены, пасты;</p>	400

	структурообразование в коллоидных системах. Химический практикум.	
ЕН. Ф. 04	Информатика: Понятие информации, общая характеристика процессов сбора, передачи, обработки и накопления информации; технические и программные средства реализации информационных процессов; модели решения функциональных и вычислительных задач; алгоритмизация и программирование; языки программирования высокого уровня; базы данных; банки данных и информационные системы; программное обеспечение и технологии программирования; локальные и глобальные сети ЭВМ; методы защиты информации; компьютерный практикум.	200
ЕН. Ф. 05	Экология: Биосфера и человек: структура биосферы, экосистемы, взаимоотношения организма и среды, экология и здоровье человека; глобальные проблемы окружающей среды, экологические принципы рационального использования природных ресурсов и охраны природы; основы экономики природопользования; экозащитная техника и технологии; основы экологического права, профессиональная ответственность; международное сотрудничество в области охраны окружающей среды.	60
ЕН. Ф. 06	Биология: основные постулаты биологии; биологические признаки живых систем; организация биологических систем; атомно-молекулярная структура биологических систем: нуклеиновые кислоты, строение генов, принципы генной инженерии, белки, уровни организации белков, белковая инженерия; биоэнергетика, механизмы переноса энергии в биоструктурах; биокатализ; классификация ферментов; хемосенсорика; модель работы хемосенсоров; фоторецепция; механизмы фотосинтеза, фоторецепторные белки; биомембраны, зонно-блочная модель; транспортные и механо-химические процессы в биосистемах: транспортные процессы в клетках, классификация транспортных АТФ-аз, механо-химические процессы на клеточном и тканевых уровнях; ткани, органы и целостные биосистемы: клетки, клеточные ядра, клонирование; органы, бионика, целостные биосистемы; экосистемы; эволюция биосферы.	60
ЕН. Р. 00	Национально-региональный (вузовский) компонент, включая дисциплины по выбору студента.	700
ОПД	<b>Общепрофессиональные дисциплины</b>	1670
ОПД. Ф. 00	Федеральный компонент	1130
ОПД. Ф. 01	Квантовая механика: принцип неопределенности; принцип суперпозиции;	130

	<p>чистые, смешанные и запутанные состояния; операторы; волновая функция и матрица плотности; представления; общие свойства гармонического осциллятора; туннельный эффект; движение в центрально-симметричном поле; теория возмущений; спин; принцип тождественности одинаковых частиц; атом и периодическая система элементов Менделеева; молекула; обменное взаимодействие; самосогласованный потенциал и метод Хартри-Фока; метод функционала плотности; макроскопические квантовые явления; статистические распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна; бозе-конденсация и сверхтекучесть; квантование электромагнитного поля; квантовые измерения; взаимодействие квантовых систем с классическим окружением; квантовый компьютер; квантовые вычисления и унитарные преобразования; квантовый параллелизм; логические квантовые вентили.</p>	
ОПД. Ф. 02	<p>Физика конденсированного состояния:  симметрия и структура кристаллов; обратная решетка; уравнение Шредингера в периодическом потенциале; Блоховская волновая функция; энергетические зоны; классификация кристаллов на металлы, полупроводники и диэлектрики с точки зрения зонной теории; носители заряда в полупроводниках и металлах и модель газа свободных и независимых электронов; кинетические процессы в электронном газе; плазменные колебания и плазмоны; скин-эффект; квантовый электронный газ; энергия и поверхность Ферми; эффективная масса носителей заряда; дырки - носители заряда в валентной зоне полупроводников; колебания кристаллической решетки и фононы; теплоемкость решетки; тепловое расширение и теплопроводность; локальное поле и диэлектрическая проницаемость; механизмы поляризуемости кристаллов; оптические свойства ионных кристаллов; поляритоны; пирозлектрики и сегнетоэлектрики; парамагнетики и диамагнетики; обменное взаимодействие; ферромагнетики и антиферромагнетики; спиновые волны; концепция квазичастиц; фазовые переходы и дальний порядок; классические и квантовые жидкости; сверхтекучесть; сверхпроводимость и эффект Мейсснера; сверхпроводники I и II рода; теория Гинзбурга-Ландау; квантование потока в сверхпроводниках; эффект Джозефсона; микроскопическая теория сверхпроводимости Бардина-Купера-Шриффера; тепловые и радиационные точечные дефекты в кристаллах; механизмы диффузии; дислокации; элементы теории упругости, тензоры деформаций и напряжений; жидкие кристаллы; полимеры; фракталы; теория протекания.</p>	140
ОПД. Ф. 03	<p>Физико-химия наноструктурированных материалов:  термодинамика поверхности, процессы на поверхности и в приповерхностных слоях; адсорбция и десорбция;</p>	140

	<p>поверхностная энергия и ее анизотропия; реконструкция и релаксация поверхностей; обработка поверхности и условия сохранения ее свойств; механизмы роста на поверхности (механизм Странского-Крастанова и др.), основы физической химии наносистем; уравнения и характеристики условий термодинамической стабильности межфазных границ в наносистемах; особенности поверхностных процессов в микро- и наноструктурах: размерные эффекты и фазовые переходы; зародышеобразование, кластерообразование и формирование наноструктур; самоорганизация наноразмерных упорядоченных структур; физико-химические эффекты в туннельно-зондовой нанотехнологии; локальные химические электронно-стимулированные реакции.</p>	
ОПД. Ф. 04	<p>Электротехника и электроника основные понятия и законы теории электрических цепей; пассивные элементы и их характеристики; активные элементы, их характеристики и эквивалентные схемы, управляемые источники тока и э.д.с.; методы анализа линейных цепей с сосредоточенными параметрами при постоянных, синусоидальных, а также импульсных воздействиях произвольной формы: уравнения Кирхгофа, методы контурных токов и узловых потенциалов, представление переменных токов и напряжений в векторной форме, методы анализа частотных и импульсных (переходных) характеристик, операторный метод; цепи с распределенными параметрами; основы теории четырехполюсников, фильтров и активных цепей; элементы теории обратных связей и усилителей; генераторы гармонического сигнала и их характеристики.</p>	140
ОПД. Ф. 05	<p>Экспериментальные методы исследования и метрология: метрологические проблемы в исследованиях микро- и наноструктур: понятие многократного измерения и метрологического обеспечения; проблемы интерпретации электронно-микроскопических и микрозондовых изображений наноструктур, пространственное и энергетическое разрешение, приборные, схемные и системные ограничения, шумы; фундаментальные термодинамические и квантовомеханические ограничения на точность и величины измерений; статистические методы обработки результатов измерений физических и биологических объектов: точность измерений, классификация погрешностей и способов их обнаружения, функции распределения результатов наблюдения, математическое ожидание, среднеквадратичное отклонение, доверительный интервал и доверительная вероятность, критерии согласия Пирсона и Колмогорова; основные параметры микро- и нанообъектов, регистрируемые в</p>	120



	<p>эксперименте: степень кристаллического совершенства, особенности энергетической структуры микро- и нанобъектов, особенности симметрии объектов, механизмы транспорта носителей тока, кинетические коэффициенты носителей тока в нанобъектах, оптические характеристики микро- и нанобъектов; физические принципы, положенные в основу измерений, определяющих параметры объектов исследования, физические ограничения экспериментальных методов определения геометрических, механических, концентрационных, оптических и электрических параметров физических и биологических систем; бесконтактные (неразрушающие) и контактные методы диагностики; методы измерения параметров объема физических и биологических тел; методы исследования свойств поверхности.</p>	
ОПД. Ф. 06	<p>Методы математического моделирования: математическое моделирование и вычислительный эксперимент; математические модели в физике, химии, биологии; физико-математические модели в задачах механики жидкости, газа и плазмы, твердого и деформируемого тела, физико-химических свойств веществ; математический аппарат, применяемый для построения кинетических моделей физических, химических и биологических процессов; модели эволюции и развития в биологии, модели распределенных биологических систем; моделирование молекулярных и кластерных систем.</p>	60
ОПД. Ф. 07	<p>Основы технологии материалов: общая классификация материалов по составу, свойствам и техническому назначению; основные технологии производства неорганических и органических материалов, композиционных материалов; физические, химические и механические методы обработки; физико-химические основы создания материалов и изделий с заданными свойствами; фазовые равновесия и структуро-образование в процессе получения и обработки; методы испытаний и диагностики материалов и изделий; средства и задачи обеспечения качества продукции.</p>	100
ОПД. Ф. 08	<p>Квантовая и оптическая электроника: способы описания и характеристики электромагнитного излучения оптического диапазона; физические основы взаимодействия оптического излучения с квантовыми системами; энергетические состояния квантовых систем; оптические переходы, структура спектров; ширина, форма и уширение спектральных линий; оптические явления в средах с различными агрегатными состояниями; усиление оптического излучения; активные среды и методы создания инверсной населенности; насыщение усиления в активных средах; генерация оптического излучения; нелинейно-оптические эффекты; основные типы когерентных и некогерентных источников оптического излучения; физические принципы и основные элементы для</p>	60

	регистрации, модуляции, отклонения, трансформации, передачи и обработки оптического излучения.	
ОПД. Ф. 09	Инженерная и компьютерная графика: инженерная графика: конструкторская документация, оформление чертежей, изображения, надписи и обозначения, аксонометрические проекции деталей, изображения и обозначения элементов деталей, рабочие чертежи и эскизы деталей, изображения сборочных единиц, сборочные чертежи деталей; понятие о компьютерной графике: геометрическое моделирование и его задачи, графические объекты, примитивы и их атрибуты, применение интерактивных графических систем для выполнения и редактирования изображений и чертежей, решение задач геометрического моделирования.	60
ОПД. Ф. 10	Организация и управление производством, инноватика: подготовка и организация высокотехнологичного производства; организация вспомогательных цехов и служб предприятия; стратегическое и оперативное планирование производства; методы управления производством и информационное обеспечение; методы разработки и принятия управленческих решений; методы и технология управления проектами; методы управления персоналом, рациональная организация труда; мотивация, профессиональная адаптация и деловая карьера на предприятии.	60
ОПД. Ф. 11	Безопасность жизнедеятельности: человек и среда обитания; характерные состояния системы "человек - среда обитания"; безопасность жизнедеятельности как составная часть антропогенной экологии; основы физиологии труда и комфортные условия жизнедеятельности в техносфере; критерии комфортности; негативные факторы техносферы, их воздействие на человека, техносферу и природную среду; критерии безопасности; отечественные и международные стандарты и нормы в области безопасности жизнедеятельности; опасности технических систем: отказ, вероятность отказа, качественный и количественный анализ опасностей; средства снижения травмоопасности и вредного воздействия технических систем; безопасность функционирования автоматизированных и роботизированных производств; безопасность в чрезвычайных ситуациях; управление безопасностью жизнедеятельности; правовые и нормативно-технические основы управления; системы контроля требований безопасности и экологичности; профессиональный отбор операторов технических систем; экономические последствия и материальные затраты на обеспечение безопасности жизнедеятельности; международное сотрудничество в области безопасности жизнедеятельности.	60

ОПД. Ф. 12	Стандартизация и сертификация: правовые основы и научная база стандартизации; государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов; основные цели, объекты, схемы и системы сертификации; обязательная и добровольная сертификация; правила и порядок проведения сертификации; международные стандарты качества ISOO; основные положения закона РФ об обеспечении единства измерений; структура и функции метрологической службы организаций, являющихся юридическими лицами.	60
ОПД. Р. 00	Национально-региональный (вузовский) компонент, включая дисциплины по выбору студента, устанавливаемые вузом.	540
СД	<b>Специальные дисциплины</b>	1620
СП. 01	202000 Нанотехнология в электронике	940
СД. 01	Физика полупроводников: зонная структура основных полупроводников; легкие и тяжелые дырки; эллипсоиды проводимости; мелкие и глубокие примесные состояния; доноры и акцепторы; статистика и концентрация носителей заряда в полупроводниках; дебаевская длина экранирования; эффект поля; поверхность и поверхностные таммовские состояния; пиннинг уровня Ферми; работа выхода; контактная разность потенциалов; контакт металл-полупроводник; р-п переход; сильно легированные и неупорядоченные полупроводники; локализация Андерсона и переход Мотта; генерация и рекомбинация неравновесных носителей заряда; время жизни; модель Шокли-Рида-Холла; диффузия, дрейф носителей заряда и уравнения непрерывности; подвижность и коэффициент диффузии; квазиуровни Ферми; квазинейтральные пакеты, амбиполярные диффузия и дрейф; кинетическое уравнение, интеграл столкновений, связь с уравнением непрерывности; циклотронный резонанс; магнитоспротивление; горячие носители заряда, неустойчивости в полупроводниках с отрицательной дифференциальной проводимостью; оптические свойства полупроводников; фотоэлектрические и акустоэлектронные явления.	150
СД. 02	Физика низкоразмерных систем: основные типы композиционных гетероструктур: одионый гетеропереход, квантовая яма, барьер, системы квантовых ям и барьеров, сверхрешетки, квантовые провода и квантовые ямы; гетероструктуры I, II и III родов; описание электронных состояний гетероструктур	100

	методом огибающей; резонансное туннелирование; гетеролазеры на межзонных переходах; униполярные лазеры на межзонных переходах; оптические свойства гетероструктур, фотонные кристаллы; целочисленный и дробный квантовые эффекты Холла (промежуточная статистика и дробные заряды); мезоскопические системы; баллистический транспорт; слабая локализация; кулоновская блокада туннелирования; нанокластеры; электронная структура и физические свойства фуллеренов и нанотрубок; магнитные наноструктуры, гигантское магнитосопротивление и спин-зависящее туннелирование.	
СД. 03	<p>Материалы и методы нанотехнологии:</p> <p>функциональные и конструкционные наноматериалы неорганической и органической природы; гетерогенные процессы формирования наноструктур и наноматериалов: молекулярно-лучевая эпитаксия, эпитаксия металлоорганических соединений из газовой фазы, коллоидные растворы, золь-гель технология, методы молекулярного наслаивания, электрохимические методы, сверхбыстрое охлаждение, сверхтонкие пленки металлов и диэлектриков; методы получения упорядоченных наноструктур: искусственное наноморфообразование, самоорганизация при эпитаксиальном росте, методы синтеза нанокристаллов осаждением в наноструктурированные матрицы; пучковые методы нанолитографии: электронная, ионная, рентгеновская; радиационные методы формирования наноструктур: образование наноструктур при кристаллизации аморфизированных слоев, формирование квантовых точек и проволок при ионном синтезе; методы зондовой нанотехнологии; контактное и бесконтактное формирование нанорельефа поверхности подложек; локальная глубинная модификация поверхности подложек; межэлектродный массоперенос с нанометровым разрешением, модификация свойств среды в зазоре между туннельным зондом и подложкой; электрохимический массоперенос; массоперенос из газовой фазы; локальное анодное окисление; атомная структура и микромеханика нанотрубок на подложках.</p>	150
СД. 04	<p>Элементы и приборы нанoeлектроники:</p> <p>полевые нанотранзисторы: механизмы токопереноса, теоретические и технологические пределы уменьшения размеров; приборы на основе композиционных гетероструктур; модулированное легирование; <math>\delta</math>-легированные гетероструктуры; кулоновская блокада туннелирования и одноэлектроника; энергозависимые ячейки памяти; резонансно-туннельные диоды и схемы на их основе, приборы на основе молекулярных проводников; спинтроника; магниточувствительные элементы в системах</p>	100

	записи считывания информации, энергозависимые ячейки памяти, спиновые клапаны, элементы на основе спинзависящего туннелирования; квантовые проводники, электронные квантовые интерферометры; принципы организации нанокomпьютеров; квантовые клеточные автоматы; физические методы параллельной обработки информации; вычислители на основе ДНК, искусственные нейронные сети; перспективная элементная база квантовых компьютеров.	
СД. 05	Компьютерное моделирование, расчет и проектирование наносистем: физико-математические модели объектов наноэлектроники; энергетический спектр систем пониженной размерности в электрическом и магнитном полях, транспортные явления в гетероструктурах и квантовых проводниках, диффузионно-дрейфовая модель, кинетическое уравнение, метод молекулярной динамики, уравнения квантовой динамики, численные методы квантовой химии; метод функционала плотности; математические модели роста наноструктур; методы численного анализа задач наноэлектроники и нанотехнологии; моделирование магнитной наноструктуры и спин-зависящего туннелирования; моделирование характеристик одноэлектронных транзисторов; компьютерная реализация моделирования наносистем; использование профессиональных программных пакетов в микро- и наноэлектронике, квантовой химии; графические библиотеки; алгоритмы параллельных вычислений при работе на много процессорных суперкомпьютерах; архитектура параллельных процессов, их аппаратная и программная реализация.	120
СД. 06	Методы диагностики и анализа микро- и наносистем: физические основы сканирующей туннельной микроскопии; спектроскопия поверхности; методы получения атомного разрешения; физические основы атомно-силовой микроскопии; свойства поверхности в атомно-силовой микроскопии; контактный и полуконтактный методы исследования поверхности; метод фазового контраста; измерение распределения магнитных и электрических полей; измерение распределения потенциала и емкости; нанооптика и микроскопия ближнего поля; основные параметры материалов и систем, характеризующие степень кристаллического совершенства, удельное сопротивление, подвижность, плотность состояний на границе раздела, плотность локализованных состояний в объеме материала; методы определения кинетических параметров полупроводников: подвижность, диффузионная длина, время жизни носителей; определение толщины тонких слоев методами интерферометрии и	180

	эллипсомерии; растровая электронная микроскопия, просвечивающая электронная микроскопия; методы рентгеноструктурного анализа; химический (фазовый) анализ методами рентгеновской, ультрафиолетовой фотоэлектронной спектроскопии и спектроскопии энергетических потерь быстрых электронов; определение элементного состава методами Оже-спектроскопии и вторичной ионной масс-спектроскопии; исследование параметров структур методами обратного рассеяния Резерфорда; методы статистической обработки массива экспериментальных данных; сравнительный компьютерный анализ упорядоченных наноструктур: Фурье-анализ, вейвлет и фрактальная размерность; методы выявления квантово-размерных эффектов: рамановское рассеяние света, люминесценция, длинноволновая фотопроводимость.	
СД. 07	Биомедицинская нанотехнологии: квантово-механическое описание физических свойств атомно-молекулярных объектов живых систем, самоорганизация на атомно-молекулярном уровне; механизмы переноса электрического заряда и кинетические явления в атомно-молекулярных структурах живых систем; физические механизмы взаимодействия атомно-молекулярных структур живых систем с инородными, искусственными объектами, геночип: основные требования к геночипам, принципы функционирования, технологии геночипов, основы биоинформатики, САПР геночипов; геносенсоры и биосенсоры: основные принципы функционирования, технологии, проектирование; биомедицинская лаборатория на чипе: общие представления и перспективы развития на базе развития нанотехнологий; биомедицинские нанотехнологии для генодиагностики, генотерапии, биоматериалов, искусственного замещения объектов живых систем на атомно-молекулярном уровне.	120
ДС.00	<b>Дисциплины специализаций</b>	680
СД	<b>Специальные дисциплины</b>	1620
	<b>073800 Наноматериалы</b>	
СД. 01	Физикохимия наночастиц и наноматериалов: классификация нанообъектов. Нанообъекты в твердом веществе, в жидкостях и газах. Особые физические, химические и биологические свойства нанообъектов и наноструктурированных систем. Границы раздела фаз. Роль межфазных границ в формировании свойств наноматериалов. Зависимость свойств от размера частиц. Поведение наночастиц при спекании. Квазиравновесие в	250

	<p>наносистемах; устойчивость нанообъектов; кинетика процессов в наносистемах; электронные свойства наночастиц.</p> <p>Физические, химические, биологические свойства нанообъектов: наночастиц, фуллеренов, нанотрубок и нанопроволок, аморфных неорганических наноструктур; неорганических и органических композиционных материалов, нанопористых тел, молекулярных сит, супрамолекулярных ансамблей и устройств, тонких пленок и поверхностных слоев, мицеллярных систем и микроэмульсий, жидких кристаллов, аэрозолей, зольей, гелий, липосом, биомембран и другие нанообъектов биологического происхождения.</p> <p>Сложившиеся и перспективные области применения наноматериалов в различных отраслях промышленности.</p>	
СД. 02	<p>Процессы на поверхности раздела фаз.</p> <p>Граница раздела фаз – как нанообъект в наносистемах. Кинетика и термодинамика процессов на поверхности жидкофазных и твердофазных систем, адсорбционно-каталитические свойства наносистем; физико-химические образования наноструктур на межфазных поверхностях раздела.</p>	100
СД. 03	<p>Процессы получения наночастиц и наноматериалов, нанотехнологии.</p> <p>Физико-химические основы получения: наночастиц металлов и их соединений, аморфных неорганических наноструктур, тонких пленок и покрытий, пористых материалов, фуллеренов, углеродных нанотрубок и материалов на их основе, неуглеродных нанотрубок, нанопроволоки и наностержней, нанопористых тел, молекулярных сит, супрамолекулярных ансамблей и устройств, мицеллярных систем и микроэмульсий, жидких кристаллов, аэрозолей, зольей, гелий, липосом, биомембран и другие нанообъектов биологического происхождения.</p> <p>Гетерогенные процессы формирования наноструктур и наноматериалов: молекулярно-лучевая эпитаксия, эпитаксия металлоорганических соединений из газовой фазы, коллоидные растворы, золь-гель технология, методы молекулярного наслаивания, электрохимические методы, сверхбыстрое охлаждение, сверхтонкие пленки металлов и диэлектриков; методы получения упорядоченных наноструктур: искусственное наноформообразование, самоорганизация в наносистемах, методы синтеза нанокристаллов осаждением в наноструктурированные матрицы; пучковые методы нанолитографии: электронная, ионная, рентгеновская; радиационные методы формирования наноструктур: образование наноструктур при кристаллизации аморфизированных слоев, формирование квантовых точек и проволок при ионном синтезе; методы зондовой нанотехнологии;</p> <p>Классификации нанокompозитов (по химической</p>	200

	<p>природе матрицы, по форме и характеру укладки наполнителей из наночастиц и др.). Общие методы получения нанокомпозитов. Наноструктурированные стекла. Композиционные материалы на их основе.</p> <p>Проблемы и достижения нанотехнологии создания материалов, устройств и наномашин на современном этапе.</p>	
СД. 04	<p>Методы и приборы для изучения, анализа и диагностики наночастиц и наноматериалов.</p> <p>Особенности исследования нанообъектов и наносистем. Методы определения размеров нанообъектов различной природы; применение дифракционных, спектроскопических, резонансных методов при исследовании нанообъектов и наноматериалов. Просвечивающая и сканирующая (растровая) электронная, зондовая, туннельная и атомно-силовая микроскопия. Методы выявления квантово-размерных эффектов: рамановское рассеяние света, люминесценция. Применение химических зондов.</p> <p>Методы изучения физико-химических процессов в наносистемах, физических, химических и биологических свойств и эксплуатационных характеристик наноматериалов, устройств, приборов и изделий на их основе.</p>	250
СД. 05	<p>Компьютерное моделирование процессов нанотехнологии. Физико-математические модели нанотехнологии; методы молекулярной динамики в моделировании кластерных систем и нанообъектов; математические методы анализа процесса образования и роста наноструктур; методы численного анализа задач нанотехнологий; стандартные методы моделирования физических, химических и биологических процессов в наносистемах; компьютерная реализация моделирования наносистем и нанотехнологий.</p>	100
ДС.00	Дисциплины специализаций.	720
ФТД. 00	Факультативы	450
ФТД. 01	Военная подготовка	450
	<b>Всего часов теоретического обучения</b>	<b>8262</b>

## 5. СРОКИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ ДИПЛОМИРОВАННОГО СПЕЦИАЛИСТА «НАНОТЕХНОЛОГИЯ»

5.1. Срок освоения основной образовательной программы подготовки инженера при очной форме обучения составляет 260 недель, в том числе:

- теоретическое обучение, включая научно-исследовательскую работу студентов,



практикумы, в том числе лабораторные экзаменационные сессии		153 недели
	не менее	16 недель
• практики,	не менее	10 недель
в том числе:		
научно-производственная преддипломная		4 недели
		6 недель
• итоговая государственная аттестация, включая подготовку и защиту выпускной квалификационной работы	не менее	16 недель
• каникулы (включая 8 недель последипломного отпуска)	не менее	38 недель

5.2. Максимальный объем учебной нагрузки студента устанавливается 54 часа в неделю, включая все виды его аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы.

5.3. Объем аудиторных занятий студента не должен превышать в среднем за период теоретического обучения 27 часов в неделю. При этом в указанный объем не входят обязательные практические занятия по физической культуре и занятия по факультативным дисциплинам.

5.4. Общий объем каникулярного времени в учебном году должен составлять 7-10 недель, в том числе не менее двух недель в зимний период.

## **6. ТРЕБОВАНИЯ К РАЗРАБОТКЕ И УСЛОВИЯМ РЕАЛИЗАЦИИ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 210600 НАНОТЕХНОЛОГИЯ**

### **6.1. Требования к разработке основной образовательной программы подготовки инженера**

6.1.1. Высшее учебное заведение самостоятельно разрабатывает и утверждает основную образовательную программу и учебный план вуза для подготовки инженера на основе настоящего государственного образовательного стандарта.

Дисциплины “по выбору студента” являются обязательными, а факультативные дисциплины, предусматриваемые учебным планом высшего учебного заведения, не являются обязательными для изучения студентом.

Курсовые работы (проекты) рассматриваются как вид учебной работы по дисциплине и выполняются в пределах часов, отводимых на ее изучение.

По всем дисциплинам федерального компонента и практикам, включенным в учебный план высшего учебного заведения, должна выставляться итоговая оценка (отлично, хорошо, удовлетворительно).

6.1.2. При реализации основной образовательной программы высшее учебное заведение имеет право:

- изменять объем часов, отводимых на освоение учебного материала, для циклов дисциплин - в пределах 10%, для дисциплин, входящих в цикл - в пределах 15 %;

- формировать цикл гуманитарных и социально-экономических дисциплин, который должен включать из одиннадцати базовых дисциплин, приведенных в настоящем государственном образовательном стандарте, в качестве обязательных следующие 4 дисциплины: “Иностранный язык” (в объеме не менее 340 часов), “Физическая культура” (в

объеме не менее 408 часов), “Отечественная история”, “Философия”. Остальные базовые дисциплины могут реализовываться по усмотрению вуза. При этом возможно их объединение в междисциплинарные курсы при сохранении обязательного минимума содержания;

- осуществлять преподавание гуманитарных и социально-экономических дисциплин в форме авторских лекционных курсов и разнообразных видов коллективных и индивидуальных практических занятий, заданий и семинаров по программам, разработанным в самом вузе и учитывающим региональную, национально-этническую, профессиональную специфику, а также научно-исследовательские предпочтения преподавателей, обеспечивающих квалифицированное освещение тематики дисциплин цикла;

- устанавливать необходимую глубину преподавания отдельных разделов дисциплин, входящих в циклы гуманитарных и социально-экономических, математических и естественнонаучных дисциплин, в соответствии с профилем специальных дисциплин, реализуемых вузом;

- определять в установленном порядке наименование специализаций, наименование дисциплин специализаций, их объем и содержание, а также форму контроля их освоения студентами;

- реализовывать основную образовательную программу подготовки инженера в сокращенные сроки для студентов высшего учебного заведения, имеющих среднее профессиональное образование соответствующего профиля или высшее профессиональное образование. Сокращение сроков проводится на основе аттестации имеющихся знаний, умений и навыков студентов, полученных на предыдущем этапе профессионального образования. При этом продолжительность сокращенных сроков обучения должна составлять не менее трех лет при очной форме обучения. Обучение по ускоренным программам допускается также для лиц, уровень образования или способности которых являются для этого достаточным основанием.

## **6.2. Требования к кадровому обеспечению учебного процесса**

Реализация основной образовательной программы подготовки дипломированного специалиста должна обеспечиваться педагогическими кадрами, имеющими, как правило, базовое образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины и систематически занимающимися научной и/или научно-методической деятельностью.

К чтению лекций по специальным дисциплинам, как правило, должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень (звание) и/или опыт деятельности в соответствующей профессиональной сфере.

## **6.3. Требования к учебно-методическому обеспечению учебного процесса**

Реализация основной образовательной программы подготовки дипломированного специалиста должна предусматривать обязательное выполнение лабораторных практикумов по следующим дисциплинам:

- физика;
- химия;
- физика конденсированного состояния;
- физико-химия наноструктурированных материалов;
- экспериментальные методы исследования и метрология;
- электротехника и электроника.

Выполнение курсовых работ и/или курсовых проектов должно быть предусмотрено при изучении следующих дисциплин:

- информатика;
- инженерная графика;
- квантовая механика;
- экспериментальные методы исследования и метрология;
- электротехника и электроника.

Практические занятия обязательны по следующим дисциплинам:

- математика;
- физика;
- информатика;
- квантовая механика;
- физика конденсированного состояния;
- электротехника и электроника;
- организация и управление производством,

Реализация основной образовательной программы подготовки дипломированного специалиста должна обеспечиваться доступом каждого студента к библиотечным фондам и базам данных, по содержанию соответствующих полному перечню дисциплин основной образовательной программы из расчета обеспеченности учебниками и учебно-методическими пособиями не менее 0,5 экземпляра на одного студента, наличием методических пособий и рекомендаций по всем дисциплинам и по всем видам занятий - практикумам, курсовому и дипломному проектированию, практикам, а также наглядными пособиями, аудио-, видео- и мультимедийными материалами.

Библиотечный фонд должен содержать в достаточном количестве учебную и научно-техническую литературу, указанную в рабочих программах дисциплин учебного плана высшего учебного заведения, основные отечественные академические и отраслевые журналы, наиболее известные иностранные журналы, а также реферативные журналы «Физика», «Химия» и «Электроника». Вуз должен иметь выход в Интернет и предоставить студентам свободный доступ к информационным базам и сетевым источникам специализированной информации.

#### **6.4. Требования к материально-техническому обеспечению учебного процесса**

Высшее учебное заведение, реализующее основную образовательную программу дипломированного специалиста, должно располагать материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов лабораторных, практических занятий, научно-исследовательской работы студентов, предусмотренных учебным планом, и соответствующей санитарным и противопожарным нормам и правилам.

#### **6.5. Требования к организации практик**

**6.5.1.** Практика проводится в сторонних организациях (учреждениях, предприятиях, фирмах) по профилю специальности или на выпускающих кафедрах и в научных лабораториях высшего учебного заведения. Содержание практики определяется выпускающими кафедрами высшего учебного заведения с учетом интересов и возможностей подразделений (отдел, лаборатория, научная группа и т. п.), в которых она проводится, и регламентируется программами по ее видам (научно-производственная, преддипломная).

**6.5.2.** Научно-производственная практика имеет целью закрепление знаний и умений, полученных в процессе теоретического обучения.

**6.5.3.** Преддипломная практика имеет своей целью приобретение студентами опыта в исследовании актуальной научной проблемы или решении реальной инженерной задачи.

За время преддипломной практики студент должен в окончательном виде сформулировать тему выпускной квалификационной работы и обосновать целесообразность ее разработки.

**6.5.4.** Аттестация по итогам практики проводится на основании оформленного в соответствии с установленными требованиями письменного отчета и отзыва руководителя практики. По итогам аттестации выставляется оценка (отлично, хорошо, удовлетворительно).

## **7. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ПОДГОТОВКИ ДИПЛОМИРОВАННОГО СПЕЦИАЛИСТА ПО НАПРАВЛЕНИЮ «НАНОТЕХНОЛОГИЯ»**

### **7.1. Требования к профессиональной подготовленности выпускника**

Выпускник должен обладать профессиональными знаниями и умениями, которые необходимы ему при решении задач, соответствующих его квалификационной характеристике, указанной в п. 1.4 настоящего государственного образовательного стандарта.

Инженер по направлению подготовки «Нанотехнология» должен **знать**:

- основные понятия, законы и модели физики и химии в рамках требований, указанных в разделе 4 настоящего стандарта;
- основные научно-технические проблемы и перспективы развития нанотехнологии, ее взаимосвязь со смежными областями;
- основные виды и свойства нанобъектов, наноматериалов, приборов и устройств на их основе, типовые технологические процессы их получения, элементную базу, а также типовое оборудование;
- базовые языки и основы программирования, методы хранения, обработки, передачи и защиты информации, типовые программные продукты, ориентированные на решение научных, проектных и технологических задач нанотехнологии;
- математический аппарат и численные методы для моделирования физико-химические процессов и явлений, лежащих в основе нанотехнологии, принципов действия приборов и устройств нанoeлектроники;
- основные принципы и методы расчета, проектирования и конструирования наноматериалов, приборов и устройств на их основе;
- основы разработки безотходных, безлюдных, энергосберегающих и экологически чистых нанотехнологий;
- пути повышения качества, надежности и долговечности наноматериалов, устройств и изделий на их основе;

**уметь**:

- для выполнения своих профессиональных задач определить и собрать необходимую исходную информацию, на основе анализа ситуации поставить цель работы и сформулировать последовательность решения задач, необходимых для ее достижения;
- технологические процессы получения и обработки наноматериалов, их возможности,

ограничения, взаимосвязи и перспективы развития; критерии выбора вариантов технологии;

- находить необходимую профессиональную информацию в периодической литературе, банках и базах данных (в том числе в сети Интернет), оценивать и обрабатывать ее, пользоваться компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации;

- письменно и устно правильно (логично) излагать постановку задачи и результаты работы;

- читать профессиональную литературу на английском языке, переводить на английский язык деловую документацию, использовать компьютерные текстовые и графические редакторы;

- применять методы измерений и исследований, включая организацию и проведение стандартных испытаний и технического контроля, обеспечивающих требуемое качество продукции, работать с установками и приборами для проведения физических, химических и биологических экспериментов, выбирать и использовать методы анализа материалов и структур;

- применять методы и компьютерные системы проектирования и исследования наноматериалов, наноструктур, приборов и устройств на их основе;

- анализировать и прогнозировать работоспособность наноматериалов, устройств и приборов на их основе в различных условиях их эксплуатации;

- на основе результатов экспериментов, моделирования и анализа состояния производства планировать и сопровождать технологические процессы получения и обработки материалов;

- применять методы управления технологическими процессами при производстве наноматериалов, приборов и устройств на их основе, обеспечивающие выпуск продукции, удовлетворяющей требованиям стандартов и рынка;

- оформить техническую документацию в соответствии с действующими стандартами, техническими условиями, положениями и инструкциями;

- применять методы оптимальной организации труда профессиональных групп при проектировании и создании образцов новой техники, отвечающей требованиям стандартов и рынка.

Конкретные требования к специальной подготовке дипломированного специалиста устанавливаются высшим учебным заведением с учетом потребностей региона и особенностей конкретной образовательной программы.

## **7.2. Требования к итоговой государственной аттестации выпускника**

### **7.2.1. Общие требования к итоговой государственной аттестации**

Итоговая государственная аттестация инженера включает в себя защиту выпускной квалификационной работы и государственный экзамен.

Итоговые аттестационные испытания предназначены для определения практической и теоретической подготовленности инженера к выполнению профессиональных задач, установленных настоящим государственным образовательным стандартом.

Аттестационные испытания, входящие в состав итоговой государственной аттестации выпускника, должны полностью соответствовать основной образовательной программе высшего профессионального образования, которую он освоил за время обучения.

### **7.2.2. Требования к выпускной квалификационной работе дипломированного специалиста.**

Выпускная квалификационная работа инженера (дипломная работа или дипломный проект) должна представлять собой законченную научно-исследовательскую, проектную или

технологическую разработку, связанную с решением актуальных задач, определяемых особенностями подготовки по конкретной специальности направления «Нанотехнология».

Квалификационная работа должна быть представлена в форме рукописи.

Требования к содержанию, объему и структуре квалификационной работы определяются высшим учебным заведением на основании Положения об итоговой государственной аттестации выпускников высших учебных заведений, утвержденного Минобразованием России, государственного образовательного стандарта по направлению «Нанотехнология» и методических рекомендаций УМО.

Время, отводимое на подготовку квалификационной работы, составляет не менее 16 недель.

### 7.2.3. Требования к государственному экзамену

Порядок проведения и программа государственного экзамена по специальностям, относящимся к направлению подготовки дипломированного специалиста «Нанотехнология», определяются вузом на основании методических рекомендаций и соответствующих примерных программ, разработанных УМО, Положения об итоговой государственной аттестации выпускников высших учебных заведений, утвержденного Минобразованием России, и настоящего государственного образовательного стандарта.

Проект Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования одобрен на заседании УМС по направлению «Нанотехнология» 6 сентября 2005 года, протокол № 4.

**СОСТАВИТЕЛИ:**

Учебно-методическое объединение по образованию в области радиотехники, электроники, биомедицинской техники и автоматизации.

Председатель Совета УМО \_\_\_\_\_ Д.В. Пузанков

Заместитель председателя УМС \_\_\_\_\_ Ю.М. Таиров

**СОГЛАСОВАНО**

Департамент государственной политики в образовании

\_\_\_\_\_ И.И. Калина

\_\_\_\_\_ Ф.Ф. Дударев

\_\_\_\_\_ Н.М. Розина

\_\_\_\_\_ Н.Л. Пономарев

**СОГЛАСОВАНО**

Директор Физико-технического института  
им. А.Ф. Иоффе РАН

\_\_\_\_\_ А.Г. Забродский