

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель Министра  
образования Российской  
Федерации

\_\_\_\_\_ В.Д. Шадриков  
17 марта 2000г.

Регистрационный номер 150 тех/дс

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ  
СТАНДАРТ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Направление подготовки дипломированного специалиста  
**651000 Ядерные физика и технологии**

Квалификация - инженер-физик

Вводится с момента утверждения

МОСКВА 2000 г.

**1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ**

## **ДИПЛОМИРОВАННОГО СПЕЦИАЛИСТА «ЯДЕРНЫЕ ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИИ»**

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

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

- 072600 Физика конденсированного состояния вещества
- 072700 Физика атомного ядра и частиц
- 072800 Физика кинетических явлений
- 070400 Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника
- 070500 Ядерные реакторы и энергетические установки
- 200600 Электроника и автоматика физических установок
- 330300 Радиационная безопасность человека и окружающей среды

**1.3. Квалификация выпускника - инженер-физик**

Нормативный срок освоения основной образовательной программы подготовки инженера-физика по направлению подготовки дипломированного специалиста “Ядерные физика и технологии” при очной форме обучения 5 лет 6 месяцев.

**1.4. Квалификационная характеристика выпускника инженера-физика**

**1.4.1. Объекты профессиональной деятельности выпускника инженера-физика**

Объектами профессиональной деятельности выпускников являются: атомное ядро, элементарные частицы и плазма, конденсированное состояние вещества, лазеры и их применение, ядерные реакторы, ускорители заряженных частиц, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками, современная электронная схемотехника, разработка и технологии применения масс-спектрометрических установок, радиационное воздействие ионизирующих излучений на человека и окружающую среду, математические модели для теоретического и экспериментального исследований явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, плазмы, конденсированного состояния вещества, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы

**1.4.2. Виды профессиональной деятельности выпускника**

Выпускники по направлению подготовки дипломированного специалиста “Ядерные физика и технологии” могут быть подготовлены к выполнению следующих видов профессиональной деятельности:

- \*научно-исследовательская;
- \*проектная;
- \*экспертная;
- \*технологическая.

Конкретные виды деятельности определяются содержанием образовательно-профессиональной программы, разрабатываемой вузом.

**1.4.3. Задачи профессиональной деятельности выпускника**

Выпускник по направлению подготовки дипломированного специалиста “Ядерные физика и технологии” в зависимости от вида профессиональной деятельности подготовлен к решению следующих профессиональных задач:

а) научно-исследовательская:

- разработка методов регистрации ионизирующих излучений;
- создание теоретических моделей конденсированного состояния вещества, взаимодействия лазерного излучения с веществом;
- создание математических моделей, описывающих процессы в реакторах, ускорителях, масс-спектрометрах;

разработка в области теории автоматического управления реакторами и другими физическими установками;

создание методов расчета современных электронных устройств, учета воздействия на эти устройства ионизирующей радиации;

разработка теоретических моделей прохождения излучения через вещество, воздействия ионизирующего излучения на человека и биологические структуры;

б) проектная деятельность:

формирование целей проекта (программы) решения задач, критериев и показателей достижения целей, построение структуры их взаимосвязей, выявление приоритетов решения задач с учетом нравственных аспектов деятельности;

разработка обобщенных вариантов решения проблемы, анализ этих вариантов, прогнозирование последствий, нахождение компромиссных решений в условиях многокритериальности, неопределенности, планирование реализации проекта;

использование информационных технологий при разработке новых установок, материалов и изделий;

разработка проектов технических условий, стандартов и технических описаний новых установок, материалов и изделий;

в) экспертная деятельность:

анализ технических и расчетно-теоретических разработок, учет их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии и безопасности и другим нормативным актам;

оценка предлагаемого решения достигнутому мировому уровню;

г) технологическая деятельность:

разработка способов проведения ядерно-физических экспериментов;

разработка способов применения плазменных, лазерных, электронных, нейтронных и протонных пучков в решении технологических и медицинских проблем;

разработка технологии изготовления современных электронных устройств, включая создание радиационно-стойких изделий;

разработка технологии применения масс-спектрометров в научных, экологических и промышленных целях

#### 1.4.4. Квалификационные требования

Для решения профессиональных задач инженер-физик:

разрабатывает теоретические модели в ядерной физике, физике частиц, конденсированного состояния вещества, кинетических явлений, распространения излучения в средах;

принимает участие в проектировании научно-исследовательских и опытно-промышленных установок;

принимает участие в экспериментальных исследованиях на физических установках;

участвует в разработке современных ядерно-физических, оптических, масс-спектрометрических установок и приборов;

участвует в автоматизации процессов управления установками;

составляет планы размещения оборудования, технического оснащения и организации рабочих мест, рассчитывает производственные мощности и загрузку оборудования;

разрабатывает методы технического контроля и испытания продукции;

участвует в составлении патентных и лицензионных паспортов заявок на изобретения и промышленные образцы;

рассматривает рационализаторские предложения по совершенствованию технологии производства и дает заключения о целесообразности их использования;

осуществляет сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической ин-

формации по теме (заданию);

проектирует средства испытания и контроля, оснастку, лабораторные макеты, контролирует их изготовление;

принимает участие в стендовых и промышленных испытаниях опытных образцов (партий) проектируемых изделий;

разрабатывает проектную и рабочую техническую документацию, оформляет законченные научно-исследовательские и проектно-конструкторские работы;

участвует во внедрении разработанных технических решений и проектов, в оказании технической помощи и осуществлении авторского надзора при изготовлении, испытаниях и сдаче в эксплуатацию проектируемых изделий, объектов;

изучает специальную литературу и другую научно-техническую информацию, достижения отечественной и зарубежной науки и техники в области;

подготавливает информационные обзоры, а также рецензии, отзывы и заключения на техническую документацию;

консультирует по вопросам проектирования конкурентоспособной продукции, разработки и реализации прогрессивных технологических процессов.

### **1.5. Возможности продолжения образования выпускника инженера-физика**

Выпускник, освоивший основную образовательную программу высшего профессионального образования по направлению подготовки дипломированного специалиста “Ядерные физика и технологии”, подготовлен для продолжения образования в аспирантуре.

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

2.1. Предшествующий уровень образования абитуриента - среднее (полное) общее 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 ДИПЛОМИРОВАННОГО СПЕЦИАЛИСТА “ЯДЕРНЫЕ ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИИ”**

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

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

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

3.4. Основная образовательная программа подготовки инженера-физика должна предусматривать изучение студентом следующих циклов дисциплин:

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-физика 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 ДИПЛОМИРОВАННОГО СПЕЦИАЛИСТА «ЯДЕРНЫЕ ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИИ»

Индекс	Наименование дисциплин и их основные разделы	Всего часов
1	2	3
ГСЭ	<b>Общие гуманитарные и социально-экономические дисциплины</b>	<b>1800</b>
ГСЭ.Ф.00	<b>Федеральный компонент</b>	<b>1260</b>
ГСЭ.Ф.01	<b>Иностранный язык</b> Специфика артикуляции звуков, интонации, акцентуации и ритма нейтральной речи в изучаемом языке. Основные особенности полного стиля произношения, характерные для сферы профессиональной коммуникации. Чтение транскрипции. Лексический минимум в объеме 4000 учебных лексических единиц общего и терминологического характера. Понятие дифференциации лексики по сферам применения (бытовая, терминологическая, общенаучная, официальная и другая). Понятие о свободных и устойчивых словосочетаниях, фразеологических единицах. Понятие об основных способах словообразования. Грамматические навыки, обеспечивающие коммуникацию без искажения смысла при письменном и устном общении общего характера; основные грамматические явления, характерные для профессиональной речи. Понятие об обиходно-литературном, официально-деловом, 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. Основы публичной речи (устное сообщение, доклад). Аудирование. Понимание диалогической и монологической речи в сфере бытовой и профессиональной коммуникации. 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	<b>340</b>
ГСЭ.Ф.02	<b>Физическая культура</b> Физическая культура в общекультурной и профессиональной подготовке студентов. Ее социально-биологические основы. Физическая культура и спорт как социальные феномены общества. Законодательство Российской Федерации о физической культуре и спорте. Физическая культура личности. Основы здо-	<b>408</b>

1	2	3
<p>ГСЭ.Ф.03</p>	<p>рового образа жизни студента. Особенности использования средств физической культуры для оптимизации работоспособности. Общая физическая и специальная подготовка в системе физического воспитания. Спорт, индивидуальный выбор видов спорта или систем физических упражнений. Профессионально-прикладная физическая подготовка студентов. Основы методики самостоятельных занятий и самоконтроль за состоянием своего организма.</p> <p><b>Отечественная история</b></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 - неотъемлемая часть всемирной истории.</p> <p>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 вв. Социально-политические изменения в русских землях в XII-XV вв. Русь и Орда: проблемы взаимовлияния.</p> <p>Россия и средневековые государства Европы и Азии. Специфика формирования единого российского государства. Возвышение Москвы. Формирование сословной системы организации общества. Реформы Петра I. Век Екатерины. Предпосылки и особенности складывания российского абсолютизма. Дискуссии о генезисе самодержавия.</p> <p>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 XIX в. 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 инерционализма и национализма, интеграции и сепаратизма, демократии и авторитаризма.</p> <p>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.</p>	

1	2	3
	<p>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.</p> <p>Курс на строительство социализма в одной стране и его последствия. Социально-экономические преобразования в 30-е гг. Усиление режима личной власти Сталина. Сопротивление сталинизму.</p> <p>СССР накануне и в начальный период второй мировой войны. Великая Отечественная война.</p> <p>Социально-экономическое развитие, общественно-политическая жизнь, культура, внешняя политика СССР в послевоенные годы. Холодная война.</p> <p>Попытки осуществления политических и экономических реформ. НТР и ее влияние на ход общественного развития.</p> <p>СССР в середине 60-80-х гг.: нарастание кризисных явлений.</p> <p>Советский Союз в 1985-1991 гг. Перестройка. Попытка государственного переворота 1991 г. и ее провал. Распад СССР. Беловежские соглашения. Октябрьские события 1993 г.</p> <p>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>	
<p><b>ГСЭ.Ф.04</b></p>	<p><b>Культурология</b></p> <p>Структура и состав современного культурологического знания. Культурология и философия культуры, социология культуры, культурная антропология. Культурология и история культуры. Теоретическая и прикладная культурология. Методы культурологических исследований. Основные понятия культурологии: культура, цивилизация, морфология культуры. Функции культуры, субъект культуры, культурогенез, динамика культуры, язык и символы культуры, культурные коды, межкультурные коммуникации, культурные ценности и нормы, культурные традиции, культурная картина мира, социальные институты культуры, культурная самоидентичность, культурная модернизация. Типология культур. Этническая и национальная, элитарная и массовая культуры. Восточные и западные типы культур. Специфические и "серединные" культуры. Локальные культуры. Место и роль России в мировой культуре. Тенденции культурной универсализации в мировом современном процессе. Культура и природа. Культура и общество. Культура и глобальные проблемы современности. Культура и личность. Инкультурация и социализация.</p>	
<p><b>ГСЭ.Ф.05</b></p>	<p><b>Политология</b></p> <p>Объект, предмет и метод политической науки. Функции политологии. Политическая жизнь и властные отношения. Роль и место политики в жизни современных обществ. Социальные функции политики. История политических учений. Российская</p>	

1	2	3
ГСЭ.Ф.06	<p>политическая традиция: истоки, социокультурные основания, историческая динамика. Современные политологические школы. Гражданское общество, его происхождение и особенности. Особенности становления гражданского общества в России. Институциональные аспекты политики. Политическая власть. Политическая система. Политические режимы, политические партии, электоральные системы. Политические отношения и процессы. Политические конфликты и способы их разрешения. Политические технологии. Политический менеджмент. Политическая модернизация. Политические организации и движения. Политические элиты. Политическое лидерство. Социокультурные аспекты политики. Мировая политика и международные отношения. Особенности мирового политического процесса. Национально-государственные интересы России в новой геополитической ситуации. Методология познания политической реальности. Парадигмы политического знания. Экспертное политическое знание; политическая аналитика и прогностика</p> <p><b>Русский язык и культура речи</b></p> <p>Стили современного русского литературного языка. Языковая норма, ее роль в становлении и функционировании литературного языка.</p> <p>Речевое взаимодействие. Основные единицы общения. Устная и письменная разновидности литературного языка. Нормативные, коммуникативные, этические аспекты устной и письменной речи.</p> <p>Функциональные стили современного русского языка. Взаимодействие функциональных стилей.</p> <p>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 литературного языка. Условия функционирования разговорной речи, роль вне языковых факторов.</p>	



1	2	3
ГСЭ.Ф.07	<p>Культура речи. Основные направления совершенствования навыков грамотного письма и говорения.</p> <p><b>Правоведение</b></p> <p>Государство и право. Их роль а жизни общества. Норма права и нормативно-правовые акты. Основные правовые системы современности. Международное право как особая система права. Источники российского права. Закон и подзаконные акты. Система российского права. Отрасли права. Правонарушение и юридическая ответственность. Значение законности и правопорядка в современном обществе. Правовое государство. Конституция Российской Федерации - основной закон государства. Особенности федеративного устройства России. Система органов государственной власти в Российской Федерации. Понятие гражданского правоотношения. Физические и юридические лица. Право собственности. Обязательства в гражданском праве и ответственность за их нарушение. Наследственное право. Брачно-семейные отношения. Взаимные права и обязанности супругов, родителей и детей. Ответственность по семейному праву. Трудовой договор (контракт). Трудовая дисциплина и ответственность за ее нарушение. Административные правонарушения и административная ответственность. Понятие преступления. Уголовная ответственность за совершение преступлений. Экологическое право. Особенности правового регулирования будущей профессиональной деятельности. Правовые основы защиты государственной тайны. Законодательные и нормативно-правовые акты в области защиты информации и государственной тайны.</p>	
ГСЭ.Ф.08	<p><b>Психология и педагогика</b></p> <p>Психология: предмет, объект и методы психологии. Место психологии в системе наук. История развития психологического знания и основные направления в психологии. Индивид, личность, субъект, индивидуальность. Психика и организм. Психика, поведение и деятельность. Основные Функции психики. Развитие психики в процессе онтогенеза и филогенеза. Мозг и психика. Структура психики. Соотношение сознания и бессознательного. Основные психические процессы. Структура сознания. Познавательные процессы. Ощущение. Восприятие. Представление. Воображение. Мышление и интеллект. Творчество. Внимание. Мнемонические процессы. Эмоции и чувства. Психическая регуляция поведения и деятельности. Общение и речь. Психология личности. Межличностные отношения. Психология малых групп. Межгрупповые отношения и взаимодействия. Педагогика: объект, предмет, задачи. Функции, методы педагогики. Основные категории педагогики: образование, воспитание, обучение, педагогическая деятельность, педагогическое взаимодействие, педагогическая технология, педагогическая задача. Образование как общечеловеческая ценность. Образования как социокультурный феномен и педагогический процесс. Образовательная система России. Цели, содержание, структура</p>	
1	2	3

непрерывного образования, единство образования и самообразования. Педагогический процесс. Образовательная, воспитательная и развивающая функции обучения. Воспитание в педагогическом процессе. Общие формы организации учебной деятельности. Урок, лекция, семинарские, практические и лабораторные занятия, диспут, конференция, зачет, экзамен, факультативные занятия, консультация. Методы, приемы, средства организации и управления педагогическим процессом. Семья как субъект педагогического взаимодействия и социокультурная среда воспитания и развития личности. Управление образовательными системами

**ГСЭ.Ф.09****Социология**

Предыстория и социально-философские предпосылки социологии как науки. Социологический проект О. Конта. Классические социологические теории. Современные социологические теории. Русская социологическая мысль. 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. Социальное взаимодействие и социальные отношения. Общественное мнение как институт гражданского общества. Культура как фактор социальных изменений. Взаимодействие экономики, социальных отношений и культуры. Личность как социальный тип. Социальный контроль и девиация. Личность как деятельный субъект. Социальные изменения. Социальные революции и реформы. Концепция социального прогресса. Формирование мировой системы. Место России в мировом сообществе. Методы социологического исследования

**ГСЭ.Ф.10****Философия**

Предмет философии. Место и роль философии в культуре. Становление философии. Основные направления, школы философии и этапы ее 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 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.

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
----------	----------	----------

Формационная и цивилизационная концепции общественного

развития.

Смысл человеческого бытия. Насилие и ненасилие. Свобода и ответственность. Мораль, справедливость, право. Нравственные ценности. Представления 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 вне научное 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.

ГСЭ.Ф.11

### **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 предложение. 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. Распределение доходов. 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 рынке. Потребление и сбережения. Инвестиции. Государственные расходы и налоги. Эффект мультипликатора. Бюджетно-налоговая политика. Деньги и их функции. Равновесие на денежном рынке. Денежный мультипликатор -

1	2	3
---	---	---

тор. Банковская система. Денежно-кредитная политика. Эконо-

мический 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	<b>Национально-региональный (вузовский) компонент</b>	<b>270</b>
ГСЭ.В.00	<b>Дисциплины по выбору студента, устанавливаемые вузом</b>	<b>270</b>
ЕН	<b>Общие математические и естественнонаучные дисциплины</b>	<b>2750</b>
ЕН.Ф.00	<b>Федеральный компонент</b>	<b>2210</b>
ЕН.01	<b>Математика</b>	<b>1100</b>

**Математический анализ.** Предмет математики. Физические явления как источник математических понятий. Пределы и непрерывность функции. Производная функции. Основные теоремы о непрерывных и дифференцируемых функциях. Исследование поведения функций и построение их графиков. Неопределенный и определенный интегралы. Функции нескольких переменных. Геометрические приложения дифференциального исчисления. Кратные интегралы. Криволинейные и поверхностные интегралы. Ряды. Несобственные интегралы, интегралы, зависящие от параметра. Ряд и интеграл Фурье. Элементы теории обобщенных функций.

**Аналитическая геометрия.** Определители второго и третьего порядка. Векторы и координаты на плоскости и в пространстве. Прямые на плоскости и в пространстве. Кривые и поверхности второго порядка.

**Линейная алгебра.** Векторная алгебра, матрицы и определители, системы линейных алгебраических уравнений, прямая на плоскости, прямая и плоскость в пространстве, кривые и поверхности второго порядка, линейные пространства, линейные операторы в конечномерном линейном пространстве, линейные, билинейные и квадратичные формы в действительном линейном пространстве, евклидовы пространства.

**Векторный и тензорный анализ.** Тензоры и операции над ними. Скалярное и векторное поле. Основные операции векторного анализа. Формулы Грина, Гаусса-Остроградского, Стокса. Элементы теории групп.

**Обыкновенные дифференциальные уравнения.** Понятие обыкновенного дифференциального уравнения. Уравнения первого порядка. Уравнения высших порядков. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Теория устойчивости. Краевые задачи для линейных уравнений второго порядка. Численные методы решения дифференциальных уравнений. Уравнения в частных производных первого порядка.

**Теория функций комплексного переменного.** Комплексные числа. Аналитические функции и их свойства. Интеграл по комплексной переменной. Интеграл Коши. Ряды аналитических

1	2	3
---	---	---

функций. Основные понятия теории конформных отображений.

Преобразование Лапласа.

**Теория вероятности и математическая статистика.** Элементарная теория вероятностей, математические основы теории вероятностей, модели случайных процессов, проверка гипотез, принцип максимального правдоподобия, статистические методы обработки экспериментальных данных, устойчивые методы оценивания.

**Интегральные уравнения.** Линейные операторы в гильбертовом пространстве. Однородное и неоднородное уравнения Фредгольма второго рода. Задача Штурма-Лиувилля. Принцип сжатых отображений. Уравнение Вольтерра. Понятие о корректно и некорректно поставленных задачах. Необходимое и достаточные условия экстремума функционала, задачи на условный экстремум, задачи с закрепленными и с подвижными границами

ЕН.Ф.02

**Информатика**

190

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; программное обеспечение и технология программирования, информационные технологии, INTERNET, информационная безопасность. Практика работы на персональном компьютере.

ЕН.Ф.03

**Физика**

700

**Механика.** Понятие состояния в классической механике, уравнения движения, кинематика, динамика материальной точки, виды взаимодействия, законы сохранения, основы релятивистской механики, принцип относительности в механике, кинематика и динамика твердого тела. Колебания.

**Молекулярная физика и основы статистической термодинамики.** Атомно-молекулярное строение вещества, статистическая физика и феноменологическая термодинамика, кристаллическое и жидкое состояния вещества, фазовые равновесия и превращения, явления переноса.

**Электричество и магнетизм.** Электростатика и магнетостатика в вакууме и веществе, уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме, квазистационарные токи, принцип относительности в электродинамике.

**Волны и оптика.** Распространение волн в упругой среде, кинематика волновых процессов, волновое уравнение для  $E$  и  $H$ , энергия электромагнитных волн, интерференция и дифракция волн, геометрическая оптика и ее законы, когерентность, дисперсия света, нелинейные оптические явления.

**Атомная физика.** Фотоны, ядерная модель атома, волновые свойства микрочастиц, элементы квантовой механики, лазеры, энергетические зоны в кристаллах, элементы физики атомного ядра, элементы физики элементарных частиц.-

1	2	3
---	---	---

**Физический практикум.**

<b>ЕН.Ф.04</b>	<b>Химия</b> Предмет химии, химические процессы, равновесие и кинетика, строение вещества, основные химические системы, электрохимические процессы, коррозия материалов, свойства элементов и их соединений: лантаноиды, актиноиды, торий, уран, d - элементы четвертой группы элементов периодической таблицы Менделеева, цирконий, гафний; современные методы разделения и очистки элементов. <b>Химический практикум.</b>	<b>150</b>
<b>ЕН.Ф.05</b>	<b>Экология</b> Биосфера и человек: структура биосферы; экосистемы; взаимоотношения организма и среды; экология и здоровье человека; биохимические круговороты веществ и энергии; 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 окружающей среды.	<b>70</b>
<b>ЕН.Р.00</b>	<b>Национально-региональный (вузовский) компонент</b>	<b>270</b>
<b>ЕН.В.00</b>	<b>Дисциплины по выбору студента, устанавливаемые вузом</b>	<b>270</b>
<b>ОПД.00</b>	<b>Общепрофессиональные дисциплины</b>	<b>1672</b>
<b>ОПД.Ф.00</b>	<b>Федеральный компонент</b>	<b>1272</b>
<b>ОПД.Ф.01</b>	<b>Начертательная геометрия. Инженерная графика</b>	<b>122</b>
<b>ОПД.Ф.01.01</b>	<b>Инженерная графика</b> Конструкторская документация. Оформление чертежей. Элементы геометрии деталей. Изображения, надписи, обозначения. Аксонометрические проекции деталей. Изображения и обозначения элементов деталей. Изображение и обозначение резьбы. Рабочие чертежи деталей. Выполнение эскизов деталей машин. Изображения сборочных единиц. Сборочный чертеж изделий. Понятие о компьютерной графике.	<b>122</b>
<b>ОПД.Ф.02</b>	<b>Механика</b>	<b>240</b>
<b>ОПД.Ф.02.01</b>	<b>Теоретическая механика</b> Принцип наименьшего действия и уравнения Лагранжа; интегралы движения; канонические преобразования; теорема Лиувилля; решение задач механики методом Гамильтона-Якоби; кинематика точки; кинематика твердого тела; сложное движение точки и твердого тела; динамика материальной точки; общие теоремы динамики; элементы аналитической механики; основные понятия аналитической механики электромеханических систем.	<b>100</b>
<b>ОПД.Ф.02.02</b>	<b>Соппротивление материалов</b> Растяжение и сжатие прямолинейного стержня; теории напряженно-деформируемого состояния; критерии прочности; кручение прямого бруса; плоский изгиб прямого бруса; сложное	<b>70</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	нагружение прямолинейного стержня; энергетические методы	

	определения перемещений прямолинейного стержня; физические механизмы деформации и разрушения.	
<b>ОПД.Ф.02.03</b>	<b>Детали машин и основы конструирования</b> Классификация механизмов, узлов деталей. Кинематические характеристики механизмов; зубчатые механизмы; кинематика планетарных, волновых механизмов; червячная передача: геометрия, кинематика; валы и оси; опоры с трением качения; конструирование корпусов; упругие элементы в машино- и приборостроении.	<b>70</b>
<b>ОПД.Ф.03</b>	<b>Материаловедение. Технология конструкционных материалов.</b>	<b>68</b>
<b>ОПД.Ф.03.01</b>	<b>Материаловедение.</b> Строение металлов, диффузионные процессы в металле, формирование структуры металлов и сплавов при кристаллизации, пластическая деформация, влияние нагрева на структуру и свойства деформированного металла, механические свойства металлов и сплавов. Конструкционные металлы и сплавы. Электротехнические материалы, резина, пластмассы. Технология конструкционных материалов. Теоретические и технологические основы производства материалов. Материалы, применяемые в машиностроении и приборостроении. Основные методы получения твердых тел. Основы металлургического производства. Основы порошковой металлургии. Напыление материалов. Производство заготовок пластическим деформированием. Производство неразъемных соединений. Сварочное производство. Пайка материалов. Получение неразъемных соединений склеиванием. Изготовление полуфабрикатов и деталей из композиционных материалов. Изготовление деталей из полимерных композиционных материалов. Физикохимические основы резания. Электрофизические и электрохимические методы обработки поверхностных заготовок.	<b>68</b>
<b>ОПД.Ф.04</b>	<b>Электротехника и электроника</b>	<b>220</b>
<b>ОПД.Ф.04.01</b>	<b>Теоретические основы электротехники</b> Электрическая цепь, ее структура, эквивалентные схемы и их элементы; законы электрических цепей; символический метод расчета электрических цепей; векторные и топографические диаграммы; применение законов Кирхгофа к анализу электрических цепей; четырехполюсники; цепи с распределенными параметрами; трехфазные цепи; безопасные напряжения; зануление и заземление; нелинейные электрические и магнитные цепи. Электромагнитные устройства и электрические машины.	<b>85</b>
<b>ОПД.Ф.04.02</b>	<b>Общая электротехника и электроника</b> Теоретические основы электроники: обобщенные структуры электронных устройств в экспериментальных установках; классификация электронных устройств; элементы и узлы электронных устройств; понятие об интегральных микросхемах; оптоэлектронные приборы; аналоговые электронные устройства: линейные и нелинейные искажения сигнала в усилителях; обратные связи в электронных устройствах; операционные усилители;	<b>135</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	специализированные усилители; генераторы; источники пита	

ния; импульсные и цифровые электронные устройства: транзисторный ключ и переключатель тока; логические интегральные микросхемы; цифровые узлы электронной аппаратуры на базе интегральных микросхем; АЦП и ЦАП преобразователи; микропроцессоры

**ОПД.Ф.05**

**Метрология, стандартизация и сертификация**

**100**

Теоретические основы метрологии; основные понятия, связанные с объектами измерения: свойство, величина, количественные и качественные проявления свойств объектов материального мира; основные понятия, связанные со средствами измерений (СИ); закономерности формирования результата измерения, понятие погрешности, источники погрешностей; понятие многократного измерения; алгоритмы обработки многократных измерений; понятие метрологического обеспечения; организационные, научные и методические основы метрологического обеспечения; правовые основы обеспечения единства измерений; основные положения закона РФ об обеспечении единства измерений; сертификация, ее роль в повышении качества продукции и развитие на международном, региональном и национальном уровнях; международная организация по стандартизации (ИСО); научная база стандартизации; определение оптимального уровня унификации и стандартизации; основные цели и объекты сертификации; термины и определения в области сертификации правила и порядок проведения сертификации; органы по сертификации и испытательные лаборатории; аккредитация в органах по сертификации; сертификация услуг; сертификация систем качества.

**ОПД.Ф.06**

**Безопасность жизнедеятельности**

**162**

Опасность как фактор жизнедеятельности. Количественные меры опасности: ущерб и риск. Основы математического моделирования опасных событий и их последствий. Концепция и правовые нормы безопасности жизнедеятельности.

Техногенные опасности. Опасные и вредные производственные факторы. Охрана труда, санитарные нормы и правила по основным видам вредных факторов. Основы электрической, химической, пожарной, электрической безопасности. Радиационная безопасность. Действие ионизирующего излучения на человеческий организм, нормирование радиационной безопасности, принципы регистрации ионизирующих излучений и защиты от них.

Чрезвычайные техногенные опасности: очаги пожаров, взрывов, химического и радиоактивного заражения.

Экогенные чрезвычайные ситуации (ЧС): землетрясения, наводнения, ландшафтные пожары, ветровые явления. Физические условия их возникновения, пространственно-временная картина. Прогнозирование экогенных опасных событий и защита от их поражающих факторов. ЧС военного времени. Средства вооруженной борьбы, оружие массового поражения. Поражающие

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
----------	----------	----------

факторы ядерного взрыва (механизмы возникновения, пора-



	жающее действие на людей и объекты, принципы защиты). Роль и задачи ГО.	
	Система общегосударственных мер по обеспечению безопасности жизнедеятельности. Российская система по ЧС.	
<b>ОПД.Ф.07</b>	<b>Уравнения математической физики</b> Физические задачи, приводящие к уравнениям в частных производных. Классификация уравнений в частных производных второго порядка. Общая схема метода разделения переменных. Специальные функции математической физики. Краевые задачи для уравнения Лапласа. Уравнения параболического типа. Уравнения гиперболического типа. Краевые задачи для уравнения Гельмгольца. Понятие о нелинейных уравнениях математической физики. Метод конечных разностей.	<b>168</b>
<b>ОПД.Ф.08</b>	<b>Менеджмент и маркетинг</b> Принципы и методы менеджмента; функции управления: стратегическое планирование, построение организации, мотивации и контроль; социально-психологические основы менеджмента; типы власти и влияния, стили руководства, управление конфликтами; технология разработки и принятия управленческих решений; роль маркетинга в управлении фирмой; принципы и задачи маркетинговой деятельности; информационная база маркетинга; комплексное исследование рынка; сегментация рынка; конкурентоспособность продукции; методы ценообразования; формирование товарной политики и рыночной стратегии; формирование спроса и стимулирование сбыта; организация деятельности маркетинговой службы	<b>102</b>
<b>ОПД.Ф.09</b>	<b>Компьютерный практикум</b> Архитектурные особенности ПК типа IBM PC. Операционные системы MS-DOS, Norton Commander, WINDOWS. Практическое освоение MSOFFICE. EXEL – программный пакет создания электронных таблиц. Access – программный пакет создания баз данных. Создание и редактирование документов в редакторе WORD. Знакомство с интерактивной средой MATHCAD. Вычислительные и графические возможности MATHCAD.	<b>150</b>
<b>ОПД.Р.00</b>	<b>Национально-региональный (вузовский) компонент</b>	<b>170</b>
<b>ОПД.В.00</b>	<b>Дисциплины по выбору студента, устанавливаемые вузом</b>	<b>170</b>
<b>СД.00</b>	<b>Специальные дисциплины</b>	<b>2508</b>
<b>СП.01</b>	<b>“Физика конденсированного состояния вещества”</b>	
<b>СД.01</b>	<b>Спецглавы функционального анализа</b> Ряды. Ряд и интеграл Фурье. Прямое и обратное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье.	<b>116</b>
<b>СД. 02</b>	<b>Теоретическая физика</b> <b>Статистическая физика: вероятностные задачи в физике, тер-</b>	<b>328</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	модинамика, идеальные газы, Ферми- и Бозе-газы. <b>Квантовая механика.</b> Квантовая система, ее состояния, изо-	

метрия, принцип суперпозиции, неравенства Гейзенберга, уравнения Шредингера, одномерный гармоничный осциллятор, матрицы в квантовой механике, уравнение Паули, предельный переход к классической механике, теория стационарных возмущений в дискретном спектре, фазовая теория рассеяния в центрально-симметричном поле, квантование свободного электромагнитного поля.

<b>СД.03</b>	<b>Электродинамика сплошных сред</b> Усреднение уравнений Максвелла в среде, поляризация и намагниченность среды, векторы индукции и напряженности поля. Граничные условия. Электростатика проводников и диэлектриков. Пондеромоторные силы. Постоянное магнитное поле. Квазистационарное электромагнитное поле, скин-эффект. Магнитная гидродинамика. Уравнения электромагнитных волн. Дисперсия диэлектрической проницаемости, поглощение, формулы Крамерса-Кронига. Фазовая и групповая скорости в диспергирующей среде. Отражение и преломление. Распространение в неоднородной среде. Электромагнитные волны в анизотропных средах. Электромагнитные флуктуации (флуктуационно-диссипативная теорема). Элементы нелинейной электродинамики	<b>86</b>
<b>СД.04</b>	<b>Теоретическая физика твердого тела.</b> Электроны в металлах. Свойства электронного газа в основном состоянии. Термодинамические свойства газа свободных электронов в приближении сферы Ферми. Электроны в периодическом поле. Теорема Блоха. Зоны Бриллюэна Энергетические зоны. Поверхность Ферми. Приближение почти свободных электронов. Закон дисперсии и волновые функции электронов. Современные методы расчета. Псевдопотенциал. Метод сильной связи. Плотность состояний. Когезионная энергия. Квантовая теория гармонического кристалла. Общая теория теплоемкости кристалла. Модели Дебая и Эйнштейна. Фононы и фононный спектр. Теплоемкость при высоких, низких и промежуточных температурах. Квантовая теория электронных (электрических, магнитных, гальваномагнитных, оптических и сверхпроводящих) свойств.	<b>154</b>
<b>СД.05</b>	<b>Экспериментальная ядерная физика.</b> Свойства стабильных ядер. Ядерные модели. $\alpha$ - и $\beta$ -распад. Основы нейтронной физики и физики деления. Термоядерные реакции и реакции образования трансурановых элементов.	<b>70</b>
<b>СД.06</b>	<b>Физика плазмы.</b> Газоразрядная плазма. Закон Ленгмюра. Условия существования самоподдерживающейся термоядерной реакции. Пинчевой разряд. Магнитное удержание плазмы. Токамаки. Лазерный термоядерный синтез	<b>70</b>
<b>СД.07</b>	<b>Научно-исследовательская работа студентов</b>	<b>260</b>
<b>ДС.00</b>	<b>Дисциплины специализаций</b>	<b>1424</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>

**СП.02 “Физика атомного ядра и частиц”**

<b>СД.01</b>	<b>Функциональные ряды.</b> Ряды. Ряд и интеграл Фурье. Прямое и обратное преобразование. Фурье. Быстрое преобразование Фурье	<b>116</b>
<b>СД. 02</b>	<b>Теоретическая физика</b> <b>Статистическая физика:</b> вероятностные задачи в физике, термодинамика, идеальные газы, Ферми- и Бозе-газы. <b>Квантовая механика.</b> Квантовая система, ее состояния, изометрия, принцип суперпозиции, неравенства Гейзенберга, уравнения Шредингера, одномерный гармоничный осциллятор, матрицы в квантовой механике, уравнение Паули, предельный переход к классической механике, теория стационарных возмущений в дискретном спектре, фазовая теория рассеяния в центрально-симметричном поле, квантование свободного электромагнитного поля.	<b>328</b>
<b>СД.03</b>	<b>Макроэлектродинамика</b> Усреднение уравнений Максвелла в среде, поляризация и намагниченность среды, векторы индукции и напряженности поля. Граничные условия. Электростатика проводников и диэлектриков. Пондеромоторные силы. Постоянное магнитное поле. Квазистационарное электромагнитное поле, скин-эффект. Магнитная гидродинамика. Уравнения электромагнитных волн. Дисперсия диэлектрической проницаемости, поглощение, формулы Крамерса-Кронига. Фазовая и групповая скорости в диспергирующей среде. Отражение и преломление. Распространение в неоднородной среде. Электромагнитные волны в анизотропных средах. Электромагнитные флуктуации (флуктуационно-диссипативная теорема). Элементы нелинейной электродинамики	<b>86</b>
<b>СД.04</b>	<b>Фундаментальные взаимодействия</b> Основные свойства ядер. Квантовые характеристики ядерных состояний. Электромагнитные переходы в ядрах. Ядерная нестабильность. Нуклон-нуклонные взаимодействия и свойства ядерных сил. Одночастичные и коллективные степени свободы ядер. Ядерные модели. Ядерные реакции. Механизмы реакций. Оптическая модель нуклон-ядерного взаимодействия. Фотоядерные реакции. Ядер-ядерные взаимодействия, столкновения релятивистских ядер. Деление ядер. Ядерные реакторы. Термоядерный синтез. Ядерная астрофизика. Фундаментальные составляющие материи – лептоны и кварки. Фундаментальные взаимодействия. Симметрии и инварианты. Локальные симметрии и калибровочные поля, калибровочные бозоны. Спонтанное нарушение симметрии. Электрослабое взаимодействие, модель Вайнберга-Салама-Глэшоу. Сильное взаимодействие. Систематика адронов. Основные понятия квантовой хромодинамики. Стандартная модель. Объединение взаимодействий.	<b>204</b>
<b>СД.05</b>	<b>Физика твердого тела</b> Состояния электронов в кристаллической решетке. Зоны Бриллюэна, энергетические зоны. Примеси и примесные уровни. Дефекты. Статистика носителей заряда. Неравновесные электроны	<b>102</b>

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
----------	----------	----------

и дырки. Рассеяния носителей заряда, проводимость, и кинетические свойства диэлектриков, металлов и полупроводников. Квазичастицы. Акустические и оптические фононы. Электрон-фононные взаимодействия. Взаимодействие света с кристаллической решеткой. Оптические свойства диэлектриков, металлов и полупроводников. Поверхностные состояния электронов.

<b>СД.06</b>	<b>Лазеры и их применение</b> Спонтанное и вынужденное излучение в квантовой системе. Принцип действия и устройство лазера. Характеристики лазерного излучения. Генерация сверхкоротких световых импульсов.	<b>70</b>
<b>СД.07</b>	<b>Основы сверхпроводимости</b> Эффект Мейснера. Критическая температура и критический ток. Сверхпроводники первого и второго рода. Низкотемпературные и высокотемпературные сверхпроводящие соединения. Сверхпроводящие магниты в физике высоких энергий. Эффект Джозефсона и измерение сверхмалых магнитных полей.	<b>70</b>
<b>СД.08</b> <b>ДС.00</b>	<b>Научно-исследовательская работа студентов</b> <b>Дисциплины специализаций</b>	<b>260</b> <b>1272</b>

**СП.03 “Физика кинетических явлений”**

<b>СД. 01</b>	<b>Теоретическая физика</b> <b>Статистическая физика:</b> вероятностные задачи в физике, термодинамика, идеальные газы, Ферми- и Бозе-газы. <b>Квантовая механика.</b> Квантовая система, ее состояния, изометрия, принцип суперпозиции, неравенства Гейзенберга, уравнения Шредингера, одномерный гармоничный осциллятор, матрицы в квантовой механике, уравнение Паули, предельный переход к классической механике, теория стационарных возмущений в дискретном спектре, фазовая теория рассеяния в центрально-симметричном поле, квантование свободного электромагнитного поля.	<b>200</b>
<b>СД.02</b>	<b>Кинетика физико-химических явлений и процессов</b> Кинетическая теория газов, функции распределения и корреляционные функции, уравнение Лиувилля, принцип затухания корреляций Боголюбова, уравнение Больцмана, кинетическое уравнение для слабо неоднородного газа, теплопроводность, вязкость, молекулярно-селективные явления и процессы в смесях, диффузия, термо-бародиффузия, многофотонная диссоциация, фотоионизация, диффузия, кинетические явления в газе во внешнем поле, кинетические явления в разреженном газе, флуктуации функции распределения в разреженном газе, диффузионное приближение, уравнение Фоккера-Планка, случайные процессы, уравнения Ланжевена, диэлектрики, взаимодействие фононов, кинетическое уравнение для фононов в диэлектрике, кинетика фазовых переходов, кинетика неравновесной	<b>179</b>

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
----------	----------	----------

системы газ-адсорбат-твердое тело, теория элементарного химического акта, сложные и цепные реакции, фотохимия, реакции в

плазме, радиохимия, реакции возбужденных частиц, кинетика неравновесных состояний физико-химических систем, горение, взрыв, лазерные процессы, неравновесные фазовые переходы, кинетика неравновесных фазовых переходов в физико-химических системах. Диффузия в твердых телах. Кинетика переноса и взаимодействие ядерных излучений с веществом. Кинетика возникновения радиационных дефектов в конденсированных средах под действием непосредственно и косвенно ионизирующих излучений.

СД.03

**Прикладная ядерная физика**

200

Физика ядра и элементарных частиц ; свойства атомных ядер, радиоактивность, ядерные реакции, механизмы их, свойства ядерных сил, элементарные частицы и их взаимодействия. Ядерные излучения, образующиеся в ядерных реакциях. Использование ядерных реакций и ядерных излучений в науке и технике. в получении радионуклидов. Методы радиометрии. Создание и получение материалов с заранее заданными свойствам и ядерно-физическими технологиями. Применение ядерно-физических методов в науке и технике. Разработка и создание наукоемких технологий на основе достижений ядерной физики

СД.04

**Методы и средства изучения физико-кинетических явлений**

200

Общие принципы исследования веществ и физических процессов. Способы и средства преобразования физических величин в электрические. Обобщенная структурная схема измерения и регистрации физических параметров. Измерительные преобразователи. Статические и динамические характеристики преобразователей. Датчики физических величин. Преобразователи: механические, упругие, резистивные, пьезоэлектрические, электростатические, электромагнитные, тепловые, оптические, электрохимические, ионизирующего излучения. Методы измерения различных физических величин. Спектроскопия: микроволновая, инфракрасная, комбинационного рассеяния, электронных переходов, спин-резонансная, мессбауэровская. Лазерная спектроскопия высокого разрешения. Методы селективного возбуждения и изучения физико-химических процессов. Голографическая- и спектр-интерферометрия. Хроматографические и масс-спектрометрические методы анализа. Ядерные методы изучения кинетических явлений-

СД.05

**Автоматизация физических исследований**

111

Основы применения микропроцессорной и компьютерной техники для автоматизации физического эксперимента. Математическое моделирование кинетических процессов и использование для этого компьютерных средств. Структурирование эксперимента и выбор интерфейсных средств для его реализации. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи и их связующие функции между физическими датчиками и компьютерными системами.

1	2	3
---	---	---

Аппаратные средства реализации физических методов исследования. Метрологические вопросы качества измерений.

<b>СД.06</b>	<b>Современные проблемы физики кинетических явлений</b> Эргодическая проблема и ее связь с обоснованием статистической механики и физической кинетики. Гамильтоновы системы. Интегралы движения, фазовое пространство, его локальная и глобальная структуры. Теорема Колмогорова-Арнольда-Мозера. Понятие меры. Теорема о незаполнении. Диссипативные системы. Несохранение меры. Понятие аттрактора Странный аттрактор. Фракталы. Неравновесные фазовые переходы. Модели турбулентности. Модель многомодового лазера. Фазовые переходы, индуцированные шумом. Образование новой фазы при фазовых переходах первого рода. Современное состояние науки о материалах. Общие представления о магнитных, электрических, сегнетоэлектрических, полупроводниковых, упругих, пластических, ударноволновых свойствах материалов. Кинетические явления в новых типах материалов: наноматериалы, квазикристаллы, фуллерены, аморфы, полимерные пленки и др.	<b>70</b>
<b>СД.07</b>	<b>Спецпрактикум</b>	<b>220</b>
<b>СД.08</b>	<b>Научно-исследовательская работа студентов</b>	<b>335</b>
<b>ДС.00</b>	<b>Дисциплины специализаций</b>	<b>993</b>
<b>СП.04</b>	<b>“Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника”</b>	
<b>СД.01</b>	<b>Теоретическая физика</b> <b>Статистическая физика:</b> вероятностные задачи в физике, термодинамика, идеальные газы, Ферми- и Бозе-газы. <b>Квантовая механика.</b> Квантовая система, ее состояния, изометрия, принцип суперпозиции, неравенства Гейзенберга, уравнения Шредингера, одномерный гармоничный осциллятор, матрицы в квантовой механике, уравнение Паули, предельный переход к классической механике, теория стационарных возмущений в дискретном спектре, фазовая теория рассеяния в центрально-симметричном поле, квантование свободного электромагнитного поля.	<b>200</b>
<b>СД.02</b>	<b>Радиотехника и техника сверх высоких частот (СВЧ)</b> Линейные радиотехнические цепи: колебательные контура, длинные линии, цепные системы и фильтры, линейные усилители гармонических колебаний, резонансные и полосовые усилители; нелинейные цепи: нелинейное усиление сигналов, усилители мощности, основные особенности ламповых и транзисторных усилителей; автоколебательные системы: схемы и режим работы генераторов с самовозбуждением, стабильность частоты, устойчивость работы усилителей; радиопередающие устройства в электрофизических установках: ламповые и транзисторные системы ВЧ и СВЧ диапазонов; резонансные системы усилителей, связь с нагрузкой, цепи согласования; фазирование автогенераторов; стабильность частоты и амплитуды;	<b>200</b>

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	влияние дестабилизирующих факторов; шумы; основные меры и приемы стабилизации колебаний в радиопередающих устройст-	

вах.

Устройства СВЧ: линии передач, элементы и узлы ВЧ тракта, резонаторы, периодические замедляющие системы; генераторы и усилители СВЧ: клистроны, магнетроны, волновые лампы, гироприборы, полупроводниковые приборы; радиоизмерения на СВЧ: параметров трактов; мощности; частоты; измерения на замедляющих системах; физические и теплофизические основы СВЧ-энергетики; СВЧ-энергетика непрерывного режима; импульсная СВЧ-энергетика; мощные генераторы для СВЧ-энергетики.

**СД.03      Физическая электроника      150**

Понятие плазмы, ее свойства, электронные эмиссии различных видов; элементарные процессы в газах; ионизация, движение ионов и электронов, рекомбинация; свойства электрических разрядов; законы подобия; электрический пробой; взаимодействие плазмы с ВЧ-полями; понятие пучка заряженных частиц; движение частиц в электрических и магнитных полях; корпускулярная оптика, линзы, объективы; фокусировка пучков.

**СД.04      Вакуумная техника      250**

Понятие вакуума; основные физические эффекты в вакууме; молекулярно-кинетическая теория; способы откачки газов; вакуумные насосы; предельные давления; десорбция; потоки разреженных газов; способы измерения давлений; технологии обезгаживания поверхностей; сверхвысокий вакуум; применение вакуума в экспериментальной физике.

**СД.05      Электроника физических установок      150**

Электронные приборы: основы зонной теории физики твердого тела; явления переноса зарядов; физика контактных явлений; полупроводниковые приборы; полупроводниковые приборы СВЧ-диапазона; сверхпроводниковая электроника; физические основы работы полупроводниковых датчиков; полупроводниковые датчики; оптоэлектронные приборы; электронные лампы; газоразрядные приборы; аналоговая электроника и цифровая техника: усилители, каскадирование усилителей; операционные усилители; фильтры; источники питания и параметрические стабилизаторы; особенности эксплуатации аналоговых узлов; электронные ключи; транзисторно-транзисторная логика; логические микросхемы и элементы; цифровые комбинационные устройства; регистры, счетчики; формирователи и генераторы импульсов; компараторы напряжения; схемы выборки-хранения; многоканальная измерительная система; аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи; микропроцессорные системы в ЭФУ: агрегатно-модульный принцип построения микропроцессорных систем; стандартные интерфейсы; машинно-независимые системы: измерительный интерфейс МЭК 625-1, система КАМАК; машинные системы: Multibus, VME; структуры интерфейсных магистралей; протоколы операций передачи

1	2	3
---	---	---

данных; типы прерываний; арбитрация шин; программирование микропроцессорных систем.

СД.06	<p><b>Дополнительные главы информатики</b></p> <p>САПР: введение в проблему САПР; общесистемные вопросы; блочно-иерархический подход к проектированию; жизненный цикл сложной технической системы; техническое обеспечение: эволюция, проблема эффективности, структура систем обработки данных, классификация; организация, архитектура, номенклатура ЭВМ; сети и средства телекоммуникационного доступа; лингвистическое, программное и информационное обеспечение; математическое обеспечение.</p> <p>Численные методы: программирование на алгоритмических языках. Интерполирование и аппроксимирование функций. Методы решения алгебраических уравнений. Итерационные методы. Методы поиска минимума функций. Методы решения дифференциальных уравнений в частных производных.</p>	100
СД.07	<p><b>Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника</b></p> <p>Электрофизические установки и технологии: понятие ЭФУ; крупные физические установки, их роль в науке; ускорители заряженных частиц, их типы, принцип действия; плазменные установки и ускорители, пучковые технологии в промышленности и научных исследованиях.</p> <p>Физика пучков и ускорительная техника: основные характеристики пучков; устойчивость пучка на орбите; фазовое пространство; поперечные и продольные колебания; фокусировка и транспортировка пучков; сильноточные пучки электронов и ионов; основные эффекты неустойчивости пучков; поляризованные пучки.</p> <p>Магнитные системы ЭФУ: магнитные элементы и системы управления потоками заряженных частиц; мультипольные линзы, поворотные системы, горны, сканеры, кикеры; методы формирования и измерения магнитных полей.</p>	150
СД.08 ДС.00	<p><b>Научно-исследовательская работа студентов</b> <b>Дисциплины специализаций</b></p>	270 1038
СП.05	<p><b>“Ядерные реакторы и энергетические установки”</b></p>	
СД. 01	<p><b>Теоретическая физика</b></p> <p><b>Статистическая физика:</b> вероятностные задачи в физике, термодинамика, идеальные газы, Ферми- и Бозе-газы.</p> <p><b>Квантовая механика.</b> Квантовая система, ее состояния, поля. изометрия, принцип суперпозиции, неравенства Гейзенберга, уравнения Шредингера, одномерный гармоничный осциллятор, матрицы в квантовой механике, уравнение Паули, предельный переход к классической механике, теория стационарных возмущений в дискретном спектре, фазовая теория рассеяния в центрально-симметричном поле, квантование свободного электро-</p>	200
СД.02	<p>магнитного поля</p> <p><b>Теоретические и экспериментальные основы нейтрон-</b></p>	450



**но-ядерных процессов**

**Ядерная физика.** Виды взаимодействий и их объединение. Прохождения заряженных через вещество, ионизационные и радиационные потери. Характеристики ядер, свойства протона и нейтрона. Ядерные модели. Радиоактивность, альфа- и бета-распады, гамма-излучение. Ядерные реакции при низких энергиях, под действием нейтронов, заряженных частиц и гамма-квантов. Термоядерные реакции. Взаимодействие частиц при высоких энергиях.

**Теория переноса нейтронов.** Описание взаимодействия нейтронов с веществом, микро- и макроскопические сечения. Диффузия моноэнергетических нейтронов. Замедление нейтронов в непоглощающих и поглощающих средах. Диффузионно-возрастное и многогрупповое приближения. Термализация нейтронов. Газокинетическое уравнение переноса нейтронов.

**Физическая теория реакторов.** Сменяющиеся поколения нейтронов и эффективный коэффициент размножения, реактивность реактора. Теория гомогенного реактора, условия критичности. Теория решетки. Изменение нуклидного состава и воспроизводство топлива. Асимптотическая ценность нейтронов, температурные коэффициенты и эффекты реактивности. Уравнения нейтронной кинетики. Регулирование и расчет защиты реактора.

**Экспериментальная реакторная физика.** Источники и методы регистрации нейтронов. Измерение сечений нейтронных реакций. Экспериментальные методы определения размножающих свойств среды, параметров нейтронного поля и решетки реактора, реактивности, нуклидного состава отработанного топлива, эффективной доли запаздывающих нейтронов. Погрешности измерений. Практикум по физике реакторов.

СД.03

**Теплофизика реакторов, динамика жидкостей и газов**

200

**Техническая термодинамика.** Основные уравнения и законы термодинамики. Термодинамическое равновесие, парожидкостные системы, свойства реальных газов, термодинамика потока. Циклы паросиловых и газотурбинных установок, коэффициент полезного действия.

**Гидродинамика и теплообмен.** Уравнения теплопереноса и сохранения массы. Теплопроводность, конвективный теплообмен. Режимы течения; понятие о пограничном слое. Гидростатика. Общие законы и уравнения динамики жидкости. Подобие гидродинамических процессов и анализ размерностей. Течение и теплообмен в каналах. Теплоотдача при естественной конвекции, гидродинамика и теплообмен при кипении. Теплоотдача при конденсации, теплообмен излучением.

СД.04

**Физическое и математическое моделирование**

100

**Методы физических расчетов.** Расчетные модели в задачах проектирования и оптимизации реакторов. Подготовка ядерных

1	2	3
---	---	---

констант (нейтронных эффективных сечений). Конеч-

но-резонансные алгоритмы в многомерных геометриях, ускорение сходимости. Методы решения газокинетического уравнения переноса нейтронов. Особенности расчета нестационарных процессов в реакторе. Методы оптимизации.

**Техника и методы физических измерений.** Методики и аппаратура для измерений на критических стендах, исследовательских и энергетических реакторах. Определение температурных коэффициентов и эффектов реактивности. Выработка требований к точности результатов. Методы планирования экспериментов. Контроль качества и стандартизация измерений. Автоматизированные системы измерений -

СД.05

**Основы проектирования и конструирования ядерных энергетических установок (ЯЭУ)**

240

**Инженерные расчеты и проектирование.** Классификация и составные части реактора. Устройство активной зоны, тепловыделяющих сборок и твэлов. Распределения нейтронов и энерговыделения в реакторе, температур и напряжений в твэлах. Тепловой расчет каналов. Гидравлические расчеты реактора. Определение основных нейтронно-физических характеристик реактора, состава отработанного топлива, температурных коэффициентов и эффектов реактивности. Особенности конструкции реакторов различного назначения.

**Материалы ядерных реакторов.** Воздействие облучения на свойства материалов: радиационный рост, распухание, ползучесть. Диаграммы состояния, совместимость материалов, коррозия. Ядерное топливо: металлическое, керамическое, дисперсное топливо, микротвэлы. Конструкционные материалы: графит, бериллий, магний, алюминий, цирконий и их сплавы, стали, медные и титановые сплавы.

**Энергооборудование ЯЭУ.** Энергетические циклы установок и коэффициент полезного действия. Рабочие тела и теплоносители, совместимость теплоносителей с реакторными материалами. Тепловые схемы ЯЭУ. Паровые и газовые турбины, насосы и газодувки. Теплообменники и парогенераторы. Конструктивные схемы и оптимизация параметров.

СД.06

**Динамика и безопасность ядерно-энергетических установок**

120

Основные понятия и нормы радиационной безопасности. Основы теории нестационарных процессов и обоснование ядерной безопасности. Внутренние обратные связи, способы исследования устойчивости. Распределенные модели и большие скачки реактивности. Остаточное энерговыделение в реакторе. Инженерные вопросы безопасности существующих и перспективных реакторов, барьеры безопасности. Концепция внутренней безопасности. Основные понятия теории надежности и их приложение к ядерным установкам. Вероятностный анализ безопасности. Анализ крупных аварий на атомных станциях.

СД.07

**Системы автоматического управления**

80

1	2	3
---	---	---

Основные понятия теории автоматического управления, прин-

цип обратной связи. Классификация систем управления, основные элементы и их характеристики. Описание реактора как объекта управления. Системы контроля мощности реактора и энергораспределения, теплотехнический контроль, регулирование мощности реактора. Исполнительные механизмы, способы индикации положения стержней, статические и динамические ошибки. Системы аварийной защиты и сигнализации, типы аварийных ситуаций и основные сигналы. Защита по уровню мощности и периоду разгона, аварийная и предупредительная сигнализация. Применение ЭВМ для управления ядерными установками.

**СД.08 Ядерные технологии и экология топливного цикла 70**

Основные типы и стадии ядерного топливного цикла. Добыча и переработка урановых руд. Технологии обогащения урана и изготовления топлива. Переработка облученного топлива. Защита топливного цикла от распространения ядерных материалов. Технологии переработки, хранения и захоронения радиоактивных материалов.

**СД.09 Научно-исследовательская работа студентов 220**

**ДС.00 Дисциплины специализаций 828**

**СП.06 “Электроника и автоматика физических установок”**

**СД. 01 Теоретическая физика 200**

**Статистическая физика:** вероятностные задачи в физике, термодинамика, идеальные газы, Ферми- и Бозе-газы.

**Квантовая механика.** Квантовая система, ее состояния, поля. изометрия, принцип суперпозиции, неравенства Гейзенберга, уравнения Шредингера, одномерный гармоничный осциллятор, матрицы в квантовой механике, уравнение Паули, предельный переход к классической механике, теория стационарных возмущений в дискретном спектре, фазовая теория рассеяния в центрально-симметричном поле, квантование свободного электромагнитного поля.

**СД.02 Теоретические основы специальности 330**

Спецглавы математики: теория вероятностей; элементы математической статистики, дискретная математика, математический аппарат теории дискретных систем. Спецглавы физики: атомная физика, элементы квантовой механики, элементы физики атомного ядра и элементарных частиц: физика быстропротекающих процессов; физика полупроводниковых приборов и микроэлектронных структур.

Элементная база электронных и микроэлектронных устройств и автоматических систем.

Математическая модель элементов систем.

**СД.03 Микропроцессорные системы 100**

Микропроцессоры в физических установках и системах, модульный принцип построения микропроцессорных систем;

1	2	3
---	---	---

	стандартные интерфейсы; структуры интерфейсных магистралей; протоколы передачи данных; типы прерываний; программирование и отладка микропроцессорных систем.	
<b>СД.04</b>	<b>Автоматизация проектирования</b> САПР: общесистемные вопросы; техническое обеспечение: проблемы эффективности, структура систем обработки данных, классификация: организация, архитектура, сети и средства телекоммуникационного доступа; программное и информационное обеспечение САПР; методы и средства автоматизации структурного, логического, схемотехнического и конструкторского проектирования электронных и микроэлектронных устройств и систем	<b>170</b>
<b>СД.05</b>	<b>Физические установки</b> Электрофизические установки и технологии, ускорители заряженных частиц, плазменные установки и ускорители, пучковые технологии, термоядерные установки; лазеры и голографические установки; технологические установки и процессы.	<b>140</b>
<b>СД.06</b>	<b>Информационная техника</b> Методы регистрации; датчики и детекторы; аналого-цифровые устройства и системы; методы и средства цифровой обработки сигналов; информационно-измерительные системы; применение ЭВМ для управления и обработки информации; автоматизированные системы научных исследований; структура, программные и аппаратные средства АСНИ.	<b>200</b>
<b>СД.07</b>	<b>Конструирование, проектирование и технология автоматических электронных и микроэлектронных систем физических установок и автоматизированных систем научных исследований</b> Проектирование систем контроля, системы физической защиты ядерных и физических установок, надежность автоматических устройств, технология изделий электронной техники и интегральных микросхем	<b>120</b>
<b>СД.08</b>	<b>Научно-исследовательская работа студентов</b>	<b>250</b>
<b>ДС.00</b>	<b>Дисциплины специализаций</b>	<b>998</b>
<b>СП.07</b>	<b>“Радиационная безопасность человека и окружающей среды”</b>	
<b>СД. 01</b>	<b>Теоретическая физика</b> <b>Статистическая физика:</b> вероятностные задачи в физике, термодинамика, идеальные газы, Ферми- и Бозе-газы. <b>Квантовая механика.</b> Квантовая система, ее состояния, поля. изометрия, принцип суперпозиции, неравенства Гейзенберга, уравнения Шредингера, одномерный гармоничный осциллятор, матрицы в квантовой механике, уравнение Паули, предельный переход к классической механике, теория стационарных возмущений в дискретном спектре, фазовая теория рассеяния в центрально-симметричном поле, квантование свободного электромагнитного поля	<b>328</b>

1	2	3
---	---	---

<b>СД.02</b>	<b>Нормальная физиология</b> Физиология как наука; физическое и химическое направления в физиологии; рецепторы; акустические и оптические полосы чувствительности рецепторов; передача сигналов по волокнам; медиаторы; нервизм; учение И.П. Павлова о высшей нервной деятельности; трофические функции нервной системы; микрофизиология; гормоны; физиология труда.	<b>100</b>
<b>СД.03</b>	<b>Физика твердого тела</b> Кристаллическая структура твердых тел; классификация твердых тел по типам связи; динамика кристаллической решетки; электронные состояния в кристаллах; оптические свойства твердых тел; уравнение непрерывности; соотношение Эйнштейна; влияние сильных полей; поверхностные свойства твердых тел; обзор по магнитным свойствам твердых тел.	<b>70</b>
<b>СД.04</b>	<b>Ядерная физика</b> Понятие о типах взаимодействия; виртуальные частицы, тормозное излучение, черенковское излучение; заряд и масса ядра; спин и магнитный момент нуклонов; модели ядра; радиоактивные превращения ядер; типы и каналы ядерных реакций; деление ядер; странные частицы, резонансы, кварки.	<b>136</b>
<b>СД.05</b>	<b>Экспериментальные методы ядерной физики</b> Физические методы регистрации излучений: ионизационные камеры, счетчики, полупроводниковые, сцинтилляционные и черенковские детекторы; электронные методы в экспериментальной ядерной физике и технике: усилители, линейные схемы пропускания; селектирование сигналов по форме; дискриминаторы, интенсиметры и счетчики импульсов; схемы совпадений и антисовпадений; измерение интервалов времени; методы амплитудного анализа.	<b>119</b>
<b>СД.06</b>	<b>Введение в теорию переноса ионизирующих излучений</b> Характеристики поля излучений и единицы их измерения; взаимодействие фотонов, нейтронов и электронов с веществом; дважды дифференциальные сечения рассеяния; интегродифференциальная и интегральная форма уравнения переноса; аналитические методы решения уравнения переноса: элементарная теория диффузии, теория замедления, теория возраста, метод последовательных столкновений.	<b>85</b>
<b>СД.07</b>	<b>Дозиметрия излучений</b> Физические основы дозиметрии ионизирующего излучения; электронное равновесие; дозиметрические величины и единицы их измерения; методы дозиметрии фотонного излучения: ионизационный, сцинтилляционный, люминисцентный, фотографический, химический; полупроводниковые дозиметрические детекторы; дозиметрия нейтронов; дозиметрия заряженных частиц; дозиметрия высокоинтенсивного излучения; ЛПЭ-метрия; микродозиметрия; дозиметрия инкорпорированных радионуклидов.	<b>136</b>
<b>СД.08</b>	<b>Физика защиты</b> Радионуклиды как гамма-излучатели; характеристики источни-	<b>70</b>

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
----------	----------	----------

ков нейтронов; предельно-допустимые уровни излучения и допустимые концентрации радионуклидов; правила обращения и транспортировки радиоактивных веществ; поле излучения источников различных геометрических форм; защита от фотонов, нейтронов и корпускулярного излучения; инженерные методы расчета защиты; альbedo, квазиальbedo излучений; прохождение излучений через неоднородности в защите.

**СД.09      Инструментальные методы радиационной безопасности      102**

Средства для измерения экспозиционной, поглощенной и эквивалентной дозы и мощности дозы; избирательные радиометры нейтронов, электронов, фотонов, альфа-частиц; радиометры импульсного излучения; радиометры аэрозолей и радона; электрометрические схемы; спектрометры: типы спектрометров, характеристики; гамма-спектрометры; обработка приборных спектров гамма-излучения; нейтронные спектрометры; активационный метод спектрометрии нейтронов.

**СД.10      Медико-биологические основы радиационной безопасности      100**

Формулировка проблем радиационной безопасности; организм и клетка; основные функции клеток; ядро и цитоплазма; двойная спираль ДНК; рибосомы и синтез белка; митохондрии и другие органеллы клетки; хромосомы; генные и хромосомные мутации; схема радиолиза воды и образование радиотоксинов; роль качества излучения; понятие ОБЭ; весовой коэффициент излучения; проблема сравнительной клеточной радиочувствительности; шкала радиочувствительности тканей и органов млекопитающих; основные физиологические системы человека; лучевая болезнь и ее лечение; радиационный канцерогенез; радиационный риск; эквивалентная и эффективная дозы; внутреннее облучение радионуклидами; коллективная доза; социально-психологические аспекты радиационной безопасности; практическая реализация концепций радиационной безопасности

**СД.11      Охрана окружающей среды      102**

Научно-технический прогресс и охрана окружающей среды; ресурсы, энергопотребление, технологии; малоотходные технологии и замкнутые циклы; концепция устойчивого развития; энергетика и окружающая среда: тенденции развития мировой энергетика; энергетические программы; тепловая энергетика: ресурсы, загрязнение; ядерная энергетика: ядерный топливный цикл (ЯТЦ), ресурсы, перспективы развития, образование отходов на различных этапах ЯТЦ, обращение с отходами; альтернативные источники энергии: солнечная, ветровая, геотермальная и др. энергетика; источники радиоактивного загрязнения; миграция радионуклидов в атмосфере, водной среде и почвах; математические модели переноса; природный радиационный фон; радиационные аварии; выбросы радионуклидов при авариях; нерадиационные факторы воздействия предприятий ЯТЦ на окружающую среду; химические загрязнения; основные источники загрязнения атмосферы, поверхностных и подземных вод; загрязнение агроэкосистем, химизация сельского хозяйства;

1	2	3
---	---	---

	научные основы гигиенического и экологического нормирования; допустимая экологическая нагрузка на окружающую среду; концепция риска; экология и экономика; экологическая экспертиза; оценка воздействия на окружающую среду; законодательство в области охраны окружающей среды.	
<b>СД.12</b>	<b>Надежность технических систем и управление риском</b>	<b>102</b>
	Понятие надежности, безопасности, риска. Концепция риска. Определение и измерение риска. Методика изучения риска. Виды рисков. Природные и техногенные катастрофы. Классификация поражающих факторов. Нечетко-вероятностные модели. Математический аппарат «мягких вычислений». Графические сети. Основные понятия теории принятия решений. Стоимость мер безопасности. Страхование. Управление риском. Понятие оптимального по критериям риска распределения ресурсов	
<b>СД.13</b>	<b>Научно-исследовательская работа студентов</b>	<b>217</b>
<b>ДС.00</b>	<b>Дисциплины специализаций</b>	<b>841</b>
<b>ФТД.00</b>	<b>Факультативы</b>	<b>450</b>
<b>ФТД.01</b>	<b>Военная подготовка</b>	<b>450</b>
	<b>Всего часов теоретического обучения</b>	<b>9180</b>

## **5. СРОКИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ ДИПЛОМИРОВАННОГО СПЕЦИАЛИСТА «ЯДЕРНЫЕ ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИИ»**

### **5.1 .Срок освоения основной образовательной программы подготовки инженера-физика при очной форме обучения составляет 286 недель, в том числе**

-	теоретическое обучение, включая научно-исследовательскую работу студентов, практикумы, в том числе лабораторные экзаменационные сессии, не менее	<b>170 недель</b>
-	практика не менее	<b>20 недель</b>
-	в том числе преддипломная практика	<b>20 недель</b>
-	итоговая государственная аттестация, включая подготовку и защиту выпускной квалификационной работы не менее	<b>16 недель</b>
-	каникулы (включая 4 недели последипломного отпуска) не менее	<b>39 недель</b>

5.2. Для лиц, имеющих среднее (полное) общее образование, сроки освоения основной образовательной программы подготовки инженера-физика при очно-заочной (вечерней) и заочной формам обучения, а также в случае сочетания различных форм обучения, увеличиваются вузом до одного года относительно нормативного срока, установленного п.1.3 настоящего государственного образовательного стандарта.

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

5.4. Объем аудиторных занятий студента при очной форме обучения 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.

5.5. При очно-заочной (вечерней) форме обучения объем аудиторных занятий должен быть не менее 10 часов в неделю.

5.6. При заочной форме обучения студенту должна быть обеспечена возможность

занятий с преподавателем в объеме не менее 160 часов в год, если указанная форма освоения образовательной программы (специальности) не запрещена соответствующим постановлением Правительства Российской Федерации.

5.7. 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 ДИПЛОМИРОВАННОГО СПЕЦИАЛИСТА “ЯДЕРНЫЕ ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИИ”**

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

**6.1.1.** Высшее учебное заведение самостоятельно разрабатывает и утверждает основную образовательную программу и учебный план вуза для подготовки инженера-физика 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 или зачтено).

**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 5%, и для дисциплин, входящих в цикл, - в пределах 10% при сохранении минимального содержания, указанного в программе;

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. Если дисциплины являются частью общепрофессиональной или специальной подготовки (для гуманитарных и социально-экономических направлений подготовки специальностей), выделенные на их изучение часы могут перераспределяться в рамках цикла.

Занятия по дисциплине “Физическая культура” при очно-заочной (вечерней), заочной формах обучения и экстернате могут предусматриваться с учетом пожелания студентов:

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;

устанавливать 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-физика 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**

По всем дисциплинам естественнонаучного и общепрофессионального циклов подготовка дипломированного специалиста должна обеспечиваться педагогическими кадрами, имеющими, как правило, базовое образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины и систематически занимающиеся научной и/или научно-методической деятельностью; лекторы по дисциплинам этих курсов, как правило, должны иметь ученую степень.

Преподаватели специальных дисциплин, как правило, должны иметь ученую степень и/или опыт деятельности в соответствующей профессиональной сфере.

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

Учебно-методическое обеспечение учебного процесса при подготовке специалиста инженера-физика должно включать лабораторно-практическую, компьютерную и информационную базу, предусматриваемую основными разделами циклов естественнонаучных, общепрофессиональных и специальных дисциплин настоящего стандарта, обеспечивающую подготовку высококвалифицированного дипломированного специалиста. Вуз должен иметь программы по всем курсам дисциплин, предусмотренным настоящим стандартом.

Реализация основной образовательной программы подготовки дипломированного специалиста должна обеспечиваться доступом каждого студента к библиотечным фондам, формируемым по полному перечню дисциплин основной образовательной программы из расчета обеспеченности учебниками и учебно-методическими пособиями не менее 0,5 экземпляра на одного студента.

Библиотечный фонд должен содержать следующие журналы:

Автоматика и телемеханика.

Атомная техника за рубежом.

Атомная энергия.

Журнал технической физики.

Журнал экспериментальной и теоретической физики.

Известия РАН. Сер. Физическая.

Известия вузов. Сер. Физика.

Инженерно-физический журнал.

Радиационная биология. Радиоэкология.

Теоретическая и математическая физика.

Успехи физических наук.

Физика плазмы.

Физика твердого тела.

Физика элементарных частиц и атомного ядра.

Экология.

Ядерная физика.

Сводные реферативные журналы «Физика» и «Электроника».

Вуз должен иметь выход в INTERNET и предоставить студенту свободный доступ к информационным базам и сетевым источникам информации по специальностям.

Реализация основной образовательной программы подготовки дипломированного специалиста должна обеспечиваться доступом каждого студента к библиотечным фондам и базам данных, по содержанию соответствующих полному перечню дисциплин основных образовательных программ направления, наличием методических пособий и рекомендаций по всем дисциплинам и по всем видам занятий – практикумам, курсовому и дипломному проектированию, практикам. Вуз должен обладать наглядными пособиями, а также мультимедийными, аудио-, видеоматериалами. Лабораторные работы должны быть обеспечены методическими разработками к задачам в количестве, достаточном для проведения групповых занятий. Библиотека вуза должна располагать учебниками и учебными пособиями, включенными в основной список литературы, приводимый в программах естественнонаучных, и общепрофессиональных и специальных дисциплин.

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

Высшее учебное заведение, реализующее основную образовательную программу подготовки по направлению «ЯДЕРНЫЕ ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИИ» должно располагать соответствующей действующим санитарно-техническим нормам материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов лабораторной, практической, дисциплинарной и междисциплинарной подготовки и научно-исследовательской работы студентов, предусмотренных примерным учебным планом. Учебный процесс должен быть обеспечен лабораторным оборудованием, вычислительной техникой, программными средствами в соответствии с содержанием основных естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин. Вуз должен обладать специальным оборудованием, техническими средствами и лабораторной базой с учетом возможностей филиалов вуза и учебно-научных центров в академических и отраслевых институтах, позволяющими осуществлять профессиональную подготовку специалистов.

Количество студентов в подгруппах лабораторных практикумов, связанных с работами высокочастотных установок, ультрафиолетовым, лазерным и ионизирующим излучениями, высоким напряжением, вакуумным оборудованием, а также занятиями в дисплейных классах, устанавливается в соответствии с правилами техники безопасности.

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

##### **6.5.1. Преддипломная практика**

##### **Цель преддипломной практики:**

ознакомить студентов с реальным технологическим и научным процессами и закрепить теоретические знания, полученные в ходе обучения:

подготовить студента к решению организационно-технологических задач на производстве и к выполнению выпускной квалификационной работы.

Сроки проведения практики утверждаются ректоратом (деканатом) в соответствии с требованиями к учебному плану.

Место проведения практики: промышленные предприятия, атомные станции, отраслевые и академические НИИ, лаборатории, научно-производственные объединения, а также научно-исследовательская часть вузов, где возможно изучение материалов, связанных с темой выпускной квалификационной работы.

##### **6.5.2. Аттестация по итогам практики.**

Аттестация по итогам практики проводится на основании оформленного в соответствии с установленными требованиями письменного отчета и отзыва руководителя

практики от предприятия. По итогам аттестации выставляется оценка (отлично, хорошо, удовлетворительно).

## **7. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ПОДГОТОВКИ ВЫПУСКНИКА ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ ДИПЛОМИРОВАННОГО СПЕЦИАЛИСТА "ЯДЕРНЫЕ ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИИ"**

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

Выпускник должен уметь решать задачи, соответствующие его квалификации, указанной в п.1.3 настоящего государственного образовательного стандарта.

#### **Инженер-физик по ядерной физике и технологии**

##### **должен знать:**

законы, постановления, распоряжения, приказы, методические и нормативные материалы в области атомной энергии, радиационной безопасности и защиты окружающей среды, подготовке производства;

фундаментальные законы в области физики атомного ядра и частиц, конденсированного состояния вещества, экологии в объеме достаточном для самостоятельного комбинирования и синтеза реальных идей, творческого самовыражения;

фундаментальные явления и эффекты в области физики атомного ядра и частиц, конденсированного состояния вещества, экологии, экспериментальные, теоретические и компьютерные методы исследований в этой области;

перспективы развития отрасли;

системы и методы теоретических оценок, расчетов и проектирования в области ядерной физики и ядерных технологий;

основное технологическое оборудование ядерно-физического комплекса и принципы его работы;

математические методы анализа явлений, их использование при проектировании физического оборудования;

аналитические и численные методы для анализа математических моделей;

современные средства вычислительной техники, коммуникаций и связи;

методы исследований, проектирования и проведения экспериментальных работ; специальную научно-техническую и патентную литературу по тематике исследований и разработок;

стандарты, технические условия и другие руководящие материалы по разработке и оформлению технической документации;

основы разработки энергосберегающих, экологически чистых и безопасных технологий;

принципы и задачи маркетинговой деятельности, методы изучения и формирования спроса, стимулирования сбыта научно-технической продукции;

основы экономики, организации труда и производства;

основы трудового законодательства;

правила и нормы охраны труда;

##### **владеть:**

методами математического моделирования явлений и процессов;

методами работы на ПК с прикладными программными средствами;

методами расчета ядерно-физических установок и приборов;

методами проведения испытаний по определению физических характеристик устройств, систем, установок;

методиками осуществления технического контроля, разработки технической документации по соблюдению технологической дисциплины;

принципами выбора наиболее рациональных способов защиты и порядка дейст-

вия коллектива предприятия(отдела, лаборатории) в чрезвычайных ситуациях.  
современными информационными технологиями.

***Инженер-физик по специальности «Физика конденсированного состояния вещества»:***

**должен знать:**

современное состояние, теоретические работы и результаты экспериментов в избранной области исследований; явления и методы исследований в объеме дисциплин специализаций;

структуру и физические свойства конденсированных систем, основные теоретические представления и современные экспериментальные методы исследования, владеть современными экспериментальными методами исследования и информационными технологиями;

структуру и симметрию твердых тел и иных конденсированных систем, межатомные силы и энергию связи, электронное строение твердых тел, динамику кристаллической решетки, упругие свойства твердых тел, дефекты в кристаллах, диффузионные и бездиффузионные фазовые превращения, теплоемкость твердых тел, квантовые явления в конденсированных системах, электронные свойства, современное состояние науки о материалах, новые типы материалов: наноструктуры, квазикристаллы, атомно-кластерная инженерия, дифракционный (рентгено- электроно- нейтронный)структурный анализ идеальных и реальных кристаллов, основные методы ядерной физики твердого тела.

**владеть:**

основными теоретическими методами для анализа экспериментальных данных в области физики конденсированного состояния вещества.

***Инженер-физик по специальности «Физика атомного ядра и частиц»:***

**должен знать:**

физику атомного ядра: основные свойства ядер, квантовые характеристики ядерных состояний, электромагнитные переходы в ядрах, ядерную нестабильность, нуклон-нуклонное взаимодействие и свойства ядерных сил, одночастичные и коллективные степени свободы ядер, ядерные модели, ядерные реакции, механизмы реакций, оптическую модель нуклон-ядерного взаимодействия, фотоядерные реакции, ядер-ядерные взаимодействия, столкновения релятивистских ядер, деление ядер, ядерные реакторы, термоядерный синтез, ядерную астрофизику;

физику элементарных частиц: фундаментальные составляющие материи – лептоны и кварки, фундаментальные взаимодействия, симметрии и инварианты, локальные симметрии и калибровочные поля, калибровочные бозоны, спонтанное нарушение симметрии, электрослабое взаимодействие, модель Вайнберга-Салама-Глэшоу, сильное взаимодействие, систематику адронов, основные понятия квантовой хромодинамики, стандартную модель, объединение взаимодействий;

квантовую теорию столкновений: стационарную теорию потенциального рассеяния, борновское приближение, эйкональное приближение, связь с нестационарной теорией рассеяния, многочастичную теорию столкновений, метод сильной связи каналов, метод искаженных волн, оптический потенциал, резонансное рассеяние, дифракционное рассеяние, дисперсионные соотношения, обращение времени, инвариантные свойства амплитуд рассеяния, поляризационные явления, эффекты тождественности частиц;

взаимодействие частиц и излучений с веществом: взаимодействие тяжелых заряженных частиц с веществом, прохождение электронов через вещество, взаимодействие гамма-квантов с веществом, взаимодействие нейтронов с ядрами, прохождение быстрых заряженных частиц через монокристаллы;

ускорители заряженных частиц: принципы и методы ускорения заряженных частиц – высоковольтное ускорение, резонансное ускорение, принцип автофазировки, орбитальную устойчивость в аксиально-симметричном магнитном поле, принцип сильной фокусировки, метод встречных пучков; современные ускорители заряженных частиц – ускорители прямого действия, циклические ускорители, линейные ускорители, накопители частиц и коллайдеры;

экспериментальные методы: детекторы частиц и квантов – газовые ионизационные, полупроводниковые, сцинтилляционные детекторы; спектрометрию частиц и квантов, идентификацию частиц, согласование детекторов с усилителями сигналов, амплитудный анализ сигналов, временной анализ сигналов, системы автоматического управления экспериментальными установками, статистические методы обработки результатов измерений.

современное состояние, теоретические работы и результаты экспериментов в избранной области исследований; явления и методы исследований в объеме дисциплин специализаций.

**владеть:**

основными теоретическими методами для анализа экспериментальных данных в области физики атомного ядра и частиц.

***Инженер-физик по специальности « Физика кинетических явлений »:***

**должен знать:**

методы математического и физического моделирования газоразрядных явлений, магнитогидродинамических течений, ионных пучков;

физико-математические основы анализа взаимодействия атомов и молекул, основы классической и квантовой теории рассеяния;

физические основы изотопных, мембранных, ударно-волновых, лазерных, ядерно-физических, радиационных и сильнопучковых ионных технологий;

технику низкотемпературных и высокотемпературных измерений;

микропроцессорные системы управления измерительными средствами;

измерительные преобразователи и методы измерения различных физических величин - механических, теплофизических, параметров движения, состава, оптических и других;

методы статистического описания кинетических явлений и стимулирования физико-химических процессов в газах, жидкостях, на поверхности твердого тела лазерным излучением, ионизирующим излучением и другими способами с целью создания новых материалов, пленок и пленочных покрытий, разделения изотопических смесей в молекулярных газах, в диэлектриках и металлах, на поверхности твердого тела, в плазме;

методы расчета течений жидкости и газа, магнитогидродинамических течений, взрывных, детонационных и ударно-волновых процессов;

принципы и правила инженерного конструирования приборов и установок, работы с системами автоматического проектирования (САПР);

методы современных информационных технологий, средства проблемноориентированного программирования;

правила работы с технологической аппаратурой и оборудованием по специальности;

способы обеспечения безопасности человека при работе с ионизирующими, электромагнитными излучениями и взрывчатыми материалами;

основные тенденции и перспективы развития молекулярно-кинетических и ядерно-физических технологий;

**владеть:**

методами математического моделирования и проведения машинных экспериментов по физике кинетических явлений;

методами разработки вычислительных схем и проведения расчетов процессов, молекулярно-кинетических, ядерно-физических и радиационных технологий;

методами работы с пакетами прикладных программ вычислительной математики и САПР, а также с пакетами модельных задач по физике кинетических явлений;

методами расчета высокоинформативных аналитических приборов и устройств;

методикой проектирования экспериментальных и технологических установок и приборов;

методикой постановки и проведения экспериментальных работ;

методикой эксплуатации, модернизации и ремонта экспериментальных и технологических установок.

***Инженер-физик по специальности «Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника»:***

**должен знать:**

численные методы Монте-Карло в приложении к задачам многовариантного анализа, учитывающие влияние стохастических пространственно-временных отклонений внутренних параметров проектируемых установок на их выходные характеристики (определение допусков);

методы аналитической механики, в частности, метод фазового пространства; графические методы и основные асимптотические методы в расчетах при проектировании механических и электродинамических систем;

основные методы функционального проектирования - современные методы одновариантного и многовариантного анализа, разработку характерных электрофизических моделей, способы их реализации; машинные методы нелинейного программирования и решения задач многокритериальной оптимизации;

физико-математические основы анализа тепловых процессов в стационарном и нестационарном режимах;

основы теоретического анализа поглощения СВЧ-энергии в несовершенных диэлектриках;

методы инженерного анализа процессов теплообмена в установках;

особенности передачи СВЧ-энергии на малые, средние и сверхдальние расстояния, в т.ч. в космическом пространстве;

теоретические основы конструирования мощных СВЧ-генераторов непрерывного режима;

физические основы релятивистских генераторов СВЧ и формирователей сверхмощных наносекундных импульсов СВЧ-энергии;

структуру крупных электрофизических установок;

конструирование систем и комплексов ускорителей;

плазменные ускорители;

технологии на основе пучков и плазмы;

эффекты сильноточных пучков, управление неустойчивостями;

**владеть:**

методами современной теории вероятностей и математической статистики, необходимыми при проведении экспериментальных и расчетно-проектных работ;

основными методами современной теории колебаний для анализа сложных механических и электродинамических систем;

методами современных информационных технологий, средствами проблемноори-

ентированного программирования и методами и наиболее популярным общесистемным программным обеспечением вычислительных систем;  
 методами расчета и конструирования элементов и устройств СВЧ;  
 приемами экспериментального исследования электродинамических характеристик несовершенных диэлектриков;

технологическими процессами СВЧ-энергетики, в том числе очисткой металлических поверхностей;

теоретическим аппаратом ускорителей и плазмы (фазовое пространство, неустойчивости, диагностика);

процессами в объектах, вызываемыми пучково-плазменным облучением;  
 особенностями технологической аппаратуры ЭФУ.

***Инженер-физик по специальности “Ядерные реакторы и энергетические установки”:***

**должен знать:**

основы ядерной и нейтронной физики, состав и характеристики ядер, закон и характеристики радиоактивного распада, ядерные реакции и их особенности;

нейтронный цикл в ядерном реакторе, эффективный коэффициент размножения нейтронов, условия критичности, основы теории решетки и нестационарных процессов; закономерности формирования пространственно-энергетического распределения нейтронов и удельного энерговыделения;

кинетику реактора, запаздывающие нейтроны и их роль в переходных процессах, критическое и подкритическое состояние реактора, динамические характеристики, обратные связи, устойчивость и способы регулирования реактора;

источники и методы регистрации нейтронов, экспериментальные методы измерения сечений нейтронных реакций, размножающих свойств среды и нуклидного состава топлива;

эффекты реактивности, выгорание и воспроизводство ядерного топлива, топливные циклы, перегрузки топлива;

средства и методы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок; источники ионизирующих излучений в ядерных энергетических установках, закономерности ослабления ионизирующих излучений в веществе;

законы термодинамики, циклы паротурбинных и газотурбинных установок, энергетический баланс ядерно-энергетических установок, коэффициент полезного действия; теплогидравлические процессы в ядерных реакторах и энергетических установках, способы гидравлического профилирования расхода теплоносителя, нестационарные процессы в переходных и аварийных режимах;

основные понятия теории автоматического управления, системы контроля мощности реактора и энергораспределения, защиты по уровню мощности и периоду разгона;

особенности реакторов различных типов, физические принципы реакторов с внутренне присущей безопасностью, термоядерные реакторы, гибридные системы синтеза-деления;

технико-экономические требования к ядерным энергетическим установкам, топливной загрузке и расходу ядерного горючего, методы технико-экономических расчетов;

проблемы снятия с эксплуатации ядерных энергетических установок; процессы образования радиоактивных отходов, способы транспортировки, захоронения и уничтожения радиоактивных отходов;

**владеть:**

методами нейтронно-физического и теплогидравлического расчета реактора, расчета распределений нейтронов, удельного энерговыделения и температур;

способами подготовки нейтронных эффективных сечений и теплофизических данных, знанием свойств материалов;

умением рассчитывать и измерять основные физические характеристики ядерных реакторов, включая критическую массу, температурные коэффициенты и эффекты реактивности, нуклидный состав топлива, температуры и напряжения в твэлах;

техникой и экспериментальными методами определения параметров реакторов различного назначения;

основами проектирования и конструирования перспективных ядерных реакторов, эффективных и безопасных энергетических установок, технико-экономическим анализом разработок;

современной вычислительной техникой и компьютерными кодами для инженерных расчетов протекающих в реакторных установках процессов;

навыками работы с технической литературой, научно-техническими отчетами, справочниками и другими информационными источниками ( в том числе на иностранном языке).

***Инженер-физик по специальности “Электроника и автоматика физических установок” :***

**должен знать:**

математический аппарат теории вероятностей и элементы математической статистики;

методы дискретной математики;

датчики и преобразователи физических величин и сигналов;

программное и информационное обеспечение САПР;

основные стандартные интерфейсные системы, используемые в физических установках;

методы автоматизированного проектирования систем;

системы планирования, управления и обработки информации для физических установок и исследований;

электронную аппаратуру для измерения и управления физическими установками, физическими и технологическими процессами.

выполнения основных требований техники безопасности;

**владеть:**

методами современной теории вероятностей и математической статистики, необходимыми для проведения экспериментальных и расчетно-проектных работ;

методами и средствами проектирования схем и систем;

методами построения микропроцессорных систем;

методами и средствами обработки сигналов;

умением работы с измерительными приборами и монтажным инструментом;

пакетами прикладных программ для управления и обработки информации и САПР;

разработкой специализированных электронных и микроэлектронных устройств;

разработкой и программированием микропроцессорных устройств и систем;

***Инженер-физик по специальности «Радиационная безопасность человека и окружающей среды»:***

**должен знать:**

биологическое действие ионизирующих излучений на человека и другие живые объекты, генетические и соматические последствия облучения, проблему малых доз и медицинские аспекты поражения большими дозами;



свойства и характеристики ионизирующих излучений;  
 математические методы описания полей ионизирующих излучений в средах;  
 инженерные методы расчета защит от различных видов ионизирующего излучения;

теоретические основы дозиметрии и микродозиметрии, основные понятия дозиметрии, требования к инструментальным методам дозиметрии;

основные типы дозиметров, радиометров, спектрометров и иной аппаратуры, применяемой в радиационной физике, экологии и биологии;

природу естественного и техногенно-измененного радиационного фона и его составляющие;

закономерности миграции радионуклидов в природных средах, пути и закономерности поступления радионуклидов в живой организм и закономерности их аккумуляции;

принципы оценки риска, методы управления риском;

принципы нормирования предельного облучения и предельно-допустимого содержания и поступления радионуклидов в организм;

последствия облучения на молекулярном, клеточном и организменном уровнях, стохастические и детерминированные последствия облучения;

**владеть:**

методами расчета характеристик полей излучений любого вида по заданным параметрам источника;

инженерными методами расчета биологической защиты источников ионизирующих излучений;

планированием экспериментов по изучению закономерностей формирования радиационных полей;

современными методами обработки данных эксперимента, оценивать погрешности расчетов и экспериментов;

прогнозом аварийных ситуаций и их последствий для персонала, населения и окружающей среды;

методами управления риском возникновения аварий различной степени тяжести на ядерно-технических и ядерно-энергетических установках;

применять пакеты прикладных программ в области дозиметрии, защиты и обработки экспериментальных данных;

исследовать радиационно-индуцированные эффекты в живых системах на всех уровнях организации;

прогнозировать воздействие радиационных и радионуклидных загрязнений на экосистемы.

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

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

**Итоговая государственная аттестация инженера-физика включает защиту выпускной квалификационной работы и государственный экзамен.**

Итоговые аттестационные испытания предназначены для определения практической и теоретической подготовленности инженера-физика к выполнению профессиональных задач, установленных настоящим государственным образовательным стандартом, и продолжению образования в аспирантуре в соответствии с п. 1.5 настоящего государственного образовательного стандарта.

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 дипломному проекту специалиста**

Дипломный проект должен быть представлен в форме рукописи.

Требования к содержанию, объему и структуре дипломного проекта определяются высшим учебным заведением на основании Положения об итоговой государственной аттестации выпускников высших учебных заведений, утвержденного Минобразованием России, настоящего государственного образовательного стандарта и методических рекомендаций УМО по образованию в области ядерной техники и технологии.

Время, отводимое на подготовку квалификационной работы, составляет для специалиста не менее шестнадцати недель.

### 7.2.3. Требования к государственному экзамену инженера-физика

Порядок проведения и программа государственного экзамена по направлению 651000 “Ядерная физика и технологии” определяются вузом на основании методических рекомендаций и соответствующей примерной программы, разработанных УМО по образованию в области ядерной техники и технологии, Положения об итоговой государственной аттестации выпускников высших учебных заведений, утвержденного Минобразованием России, и настоящего государственного образовательного стандарта.

### СОСТАВИТЕЛИ:

Учебно-методическое объединение по образованию в области ядерной техники и технологии

Председатель Совета УМО

Б.Н. Оныкий

Заместитель председателя Совета УМО

В.И. Метечко

### СОГЛАСОВАНО:

Управление образовательных программ и стандартов высшего и среднего профессионального образования

Г.И. Шестаков

Начальник отдела

Е.П. Попова

Главный специалист

Ю.В. Злаказов