

ФЕДЕРАЛЬНОЕ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ  
В СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПО УГСН  
14.00.00 «ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ТЕХНОЛОГИИ»

## **Примерная основная образовательная программа**

Направление подготовки (специальность)

**14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг**

Уровень высшего образования  
**специалитет**

Зарегистрировано в государственном реестре примерных основных образовательных программ под номером \_\_\_\_\_

2018 год

# СОДЕРЖАНИЕ

## Раздел 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- 1.1. Назначение примерной основной образовательной программы
- 1.2. Нормативные документы
- 1.3. Перечень сокращений

## Раздел 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ

- 2.1. Общее описание профессиональной деятельности выпускников
- 2.2. Перечень профессиональных стандартов, соотнесенных с ФГОС
- 2.3. Перечень основных задач профессиональной деятельности выпускников

## Раздел 3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ, РЕАЛИЗУЕМЫХ В РАМКАХ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТИ)

- 3.1. Направленности (профили) образовательных программ в рамках направления подготовки (специальности)
- 3.2. Квалификация, присваиваемая выпускникам образовательных программ
- 3.3. Объем программы
- 3.4. Формы обучения
- 3.5. Срок получения образования

## Раздел 4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

- 4.1. Требования к планируемым результатам освоения образовательной программы, обеспечиваемым дисциплинами (модулями) и практиками обязательной части
  - 4.1.1. Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения
  - 4.1.2. Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения
  - 4.1.3. Обязательные профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения<sup>1</sup>
- 4.2. Рекомендуемые профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения<sup>2</sup>

## Раздел 5. ПРИМЕРНАЯ СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ОПОП

- 5.1. Рекомендуемый объем обязательной части образовательной программы
- 5.2. Рекомендуемые типы практики
- 5.3. Примерный учебный план и примерный календарный учебный график
- 5.4. Примерные рабочие программы дисциплин (модулей) и практик
- 5.5. Рекомендации по разработке фондов оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплинам (модулям) и практикам
- 5.6. Рекомендации по разработке программы государственной итоговой аттестации

## Раздел 6. ПРИМЕРНЫЕ УСЛОВИЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ОПОП

## Раздел 7. СПИСОК РАЗРАБОТЧИКОВ ПООП

- Приложение 1  
Приложение 2<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> При включении профессиональных компетенций в обязательную (базовую) часть образовательной программы

<sup>2</sup> При наличии сопряженных ПС заполнение раздела является обязательным

<sup>3</sup> В качестве дополнительного приложения к ПООП по усмотрению ФУМО могут быть представлены конкретные ОПОП, структура которых должна соответствовать структуре ПООП

## Раздел 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**1.1. Назначение примерной основной образовательной программы по направлению подготовки 14.05.02 и уровню высшего образования специалитет (далее – ПООП, примерная программа).**

Примерная основная образовательная программа специалитета предназначена для осуществления образовательного процесса по направлению подготовки 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг» в соответствии с ФЗ № 273 от 29.12.2012 «Об образовании в Российской Федерации» и представляет собой комплекс основных характеристик образования (объем, содержание, планируемые результаты), организационно-педагогических условий и форм аттестации, который представлен в виде учебного плана, календарного учебного графика, рабочих программ учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), иных компонентов, а также оценочных и методических материалов.

Примерная программа, прошедшая в установленном порядке экспертизу и одобренная ФУМО по УГСН, размещается в Реестре ПООП, являющимся государственным информационным ресурсом. Согласно законодательной норме ПООП должна быть учтена при разработке образовательных программ организациями, реализующими ОПОП на основе ФГОС ВО.

### 1.2. Нормативные документы<sup>4</sup>.

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Порядок разработки примерных основных образовательных программ, проведения их экспертизы и ведения реестра примерных основных образовательных программ, утвержденный приказом Минобрнауки России от 28 мая 2014 года № 594;

---

<sup>4</sup> Дополняется ФУМО при необходимости

- Федеральный государственный образовательный стандарт по направлению подготовки (специальности) 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг» и уровню высшего образования специалитет, утвержденный приказом Минобрнауки России от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_ (далее – ФГОС ВО);
- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам магистратуры, программам специалитета, утвержденный приказом Минобрнауки России от 13 декабря 2013 года №1367 (далее – Порядок организации образовательной деятельности);
- Порядок проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры, утвержденный приказом Минобрнауки России от 29 июня 2015 г. № 636;
- Положение о практике обучающихся, осваивающих основные профессиональные образовательные программы высшего образования, утвержденное приказом Минобрнауки России от 27 ноября 2015 г. № 1383;

### 1.3. Перечень сокращений

з.е.	– зачетная единица;
ОПК	– общепрофессиональная компетенция;
ОПОП	– основная профессиональная образовательная программа;
Организация	– организация, осуществляющая образовательную деятельность по программе специалитета по направлению подготовки 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»;
ОТФ	– обобщенная трудовая функция;
ПД	– профессиональная деятельность;

ПК	– профессиональная компетенция;
ПС	– профессиональный стандарт;
ПООП	– примерная основная образовательная программа по направлению подготовки специалитета 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»;
программа специалитета	– основная образовательная программа высшего образования уровня специалитета по направлению подготовки 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»;
сетевая форма	– сетевая форма реализации образовательных программ;
ма	
СПК	– Совет по профессиональным квалификациям;
УК	– универсальная компетенция;
ФГОС ВО	– федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки специалитета.

## **Раздел 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ**

### **2.1. Общее описание профессиональной деятельности выпускников**

Области профессиональной деятельности<sup>5</sup> и (или) сферы профессиональной деятельности, в которых выпускники, освоившие программу бакалавриата, могут осуществлять профессиональную деятельность: 01 Образование и наука (в сфере профессионального обучения, профессионального образования, дополнительного образования по ядерным физике и технологиям, в сфере науч-

---

<sup>5</sup> См. Таблицу приложения к приказу Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29 сентября 2014 г. № 667н «О реестре профессиональных стандартов (перечне видов профессиональной деятельности)» (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 19 ноября 2014 г., регистрационный № 34779).

ных исследований по ядерным физике и технологиям), 24 Атомная промышленность (в сфере использования ядерных физики и технологий).

Выпускники могут осуществлять профессиональную деятельность в других областях и (или) сферах профессиональной деятельности при условии соответствия уровня их образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника.

**Типы задач профессиональной деятельности выпускников:**

научно-исследовательский, проектный, производственно-технологический, организационно-управленческий.

**Перечень основных объектов (или областей знания) профессиональной деятельности выпускников:** объектами профессиональной деятельности специалистов по направлению подготовки 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг» являются: атомное ядро, элементарные частицы, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками, разработка и технологии применения приборов и установок для анализа веществ, радиационное воздействие ионизирующих излучений на человека и окружающую среду, радиационные технологии в медицине, математические модели для теоретического и экспериментального исследований явлений и закономерностей в области физики ядра, элементарных частиц, ядерных реакторов, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики.

## **2.2. Перечень профессиональных стандартов, соотнесенных с ФГОС**

Перечень профессиональных стандартов (при наличии), соотнесенных с ФГОС ВО, приведен в Приложении 1. Перечень обобщённых трудовых функ-

ций и трудовых функций, имеющих отношение к профессиональной деятельности выпускника программ специалитета по направлению подготовки 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг», представлен в Приложении 2<sup>6</sup>.

### 2.3. Перечень основных задач профессиональной деятельности выпускников

Таблица 2.1

Область ПД (по Реестру Минтруда)	Типы задач ПД	Задачи ПД	Объекты ПД (или области знания)
24. Атомная промышленность	организационно-управленческая деятельность	Составление технической и производственной документации (графиков работ, инструкций, планов, смет, заявок на материалы, оборудование), а также установленной отчетности по утвержденным формам; выполнение работ по метрологии, стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов; организация работы малых коллективов исполнителей; планирование работы персонала и фондов оплаты труда; подготовка исходных данных для выбора и обоснования научных и организационных решений на основе экономического анализа;	Атомный ледокольный флот
			Атомные электрические станции
			Плавучая АЭС

<sup>6</sup> Форма и конкретное содержание приложения определяется на усмотрение ФУМО.

		оценка производственных и непроизводственных затрат на обеспечение необходимого качества продукции; организация экспертизы технической документации, исследование причин неисправностей оборудования, принятие мер по их устранению.	
40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности	Научно-исследовательская деятельность	Изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок, их оборудования, технологических систем, систем контроля и управления. Математическое моделирование физических и технологических процессов в оборудовании, алгоритмов контроля и управления, режимов эксплуатации атомных объектов, в том числе с использованием стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследования. Исследование характеристик и участие в испытаниях основного технологического оборудования, систем контроля, диагностики, защиты и промышленной автоматизации, автоматизированных систем	Сфера научных исследований

		<p>управления технологическими процессами атомных станций в процессе разработки, создания, монтажа, наладки и эксплуатации.</p> <p>Исследования в области обеспечения надежной, безопасной и эффективной эксплуатации атомных объектов.</p> <p>Анализ и подготовка данных и составление обзоров, отчетов и научных публикаций.</p>	
	<p>Проектная деятельность</p>	<p>Формулирование целей проекта, выбор критериев и показателей, построение структуры их взаимосвязей; разработка технических требований и заданий на разработку и создание компонентов атомных станций и других ядерных энергетических установок.</p> <p>Разработка проектов элементов оборудования, технологических систем, систем контроля и управления в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования, использование в разработке технических проектов новых информационных технологий.</p> <p>Разработка проектной и рабочей технической документации, оформление законченных проектно-</p>	

		<p>конструкторских работ.</p> <p>Участие в проектировании основного оборудования атомных электрических станций и других ядерных энергетических установок с учетом экологических требований и требований безопасной работы.</p> <p>Проведение предварительного технико-экономического обоснования при проектировании ядерных энергетических установок, их основного оборудования, технологических систем, систем контроля и управления.</p>	
	<p>производственно-технологическая деятельность</p>	<p>Анализ процессов в оборудовании и алгоритмов систем управления ядерных энергетических установок с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы;</p> <p>проведение нейтронно-физических и теплогидравлических расчетов реакторных установок в стационарных и нестационарных режимах работы;</p> <p>обеспечение ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации ядерных энергетических установок, а также при обращении с ядерным топливом и отходами на АС и других ЯЭУ;</p>	

		<p>эксплуатация и совершенствование средств и систем контроля, диагностики, управления и защиты, программно-технических комплексов АСУТП АС и других ЯЭУ;</p> <p>обеспечение оптимальных режимов работы ядерного реактора, тепломеханического оборудования и энергоблока АС в целом при пуске, остановке, работе на мощности и переходе с одного уровня мощности на другой с соблюдением требований безопасности;</p> <p>пуско-наладочные работы применительно к основному оборудованию, технологическим системам, системам контроля, диагностики, защиты и управления ЯЭУ;</p> <p>обеспечение соблюдения технологий монтажа, ремонта и демонтажа оборудования АС и других ЯЭУ при сооружении, эксплуатации и снятии с эксплуатации энергоблоков.</p>	
--	--	---	--

**Раздел 3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ, РЕАЛИЗУЕМЫХ В РАМКАХ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТИ) \_\_\_\_\_**

**3.1. Направленности (профили) образовательных программ в рамках направления подготовки (специальности):**

Программа специалитета реализуется Организацией в соответствии со специализацией из следующего перечня:

«Проектирование и эксплуатация атомных станций»;

«Системы контроля и управления атомных станций»;

«Радиационная безопасность атомных станций».

### **3.2<sup>7</sup>. Квалификация, присваиваемая выпускникам образовательных программ**

Квалификация, присваиваемая выпускникам образовательных программ - специалист

### **3.3. Объем программы**

Объем программы 330 зачетных единиц (далее – з.е.).

### **3.4. Формы обучения**

Формы обучения: очная, очно-заочная.

### **3.5. Срок получения образования.**

Срок получения образования, лет:

при очной форме обучения 5,5;

при очно-заочной форме обучения 6,0 - 6,5.

## **Раздел 4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

### **4.1. Требования к планируемым результатам освоения образовательной программы, обеспечиваемым дисциплинами (модулями) и практиками обязательной части<sup>8</sup>**

---

<sup>7</sup> В п.2.1 и далее по тексту – указывается ссылка на ФГОС ВО и другие нормативные правовые акты

<sup>8</sup> Являются обязательными для учета Организацией при разработке и реализации ОПОП в соответствии с ФГОС ВО

#### 4.1.1. Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Таблица 4.1

Наименование категории (группы) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции выпускника программы специалитета
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий
Разработка и реализация проектов	УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
Командная работа и лидерство	УК-3. Способен организовать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели
Коммуникация	УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия
Межкультурное взаимодействие	УК-5. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-6. Способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни
	УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
Безопасность жизнедеятельности	УК-8. Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций

#### 4.1.2. Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Таблица 4.2

**Код и наименование общепрофессиональной компетенции**  
ОПК-1. Способен использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического

**Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции**

*ИД-1опк-1*

**Знать:** основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

***ИД-2<sub>опк-1</sub>***

**Уметь:** использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

***ИД-3<sub>опк-1</sub>***

**Владеть:** навыками использования основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применения методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

ОПК-2. Способен понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны

***ИД-1<sub>опк-2</sub>***

**Знать:** сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны

***ИД-2<sub>опк-2</sub>***

**Уметь:** понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны

***ИД-3<sub>опк-3</sub>***

**Владеть:** навыками понимания сущности и значения информации в развитии современного информационного общества, оценки опасности и угроз, возникающих в этом процессе, соблюдения основных требований информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны

### 4.1.3. Обязательные профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения<sup>9</sup>

Таблица 4.3  
Основание  
(ПС, анализ  
опыта<sup>10</sup>)

Задача ПД	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
<b>Тип задач профессиональной деятельности - <u>научно-исследовательская деятельность</u></b>		
<p>Изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок, их оборудования, технологических систем, систем контроля и управления.</p> <p>Математическое моделирование физических и технологических процессов в оборудовании, алгоритмов контроля и управления, режимов эксплуатации атомных объектов, в том числе с использованием стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследования.</p> <p>Исследование характеристик и участие в испытаниях основного технологического оборудования, систем контроля, диагностики, защиты и промышленной автоматики, автоматизированных систем управления</p>	<p><b>ПК-1</b> Готовность использовать информационные ресурсы научно-технической информации, отечественный и зарубежный опыт для реализации исследований в области создания, модернизации и эксплуатации ядерных энергетических установок</p> <p><b>ПК-2</b> Способность проводить математическое моделирование процессов в оборудовании АС, в том числе на базе пакетов автоматизированного проектирования и исследований</p> <p><b>ПК-3</b> Способность формулировать цели и задачи исследований в области создания и повышения эффективности эксплуатации АС, выбирать методику и средства проведения научных исследо-</p>	<p>ЗУВ «Информационная безопасность».</p> <p>ЗУВ «Ядерная физика».</p> <p>ЗУВ «Физика ядерных реакторов», «Динамика ядерных реакторов» и Теория переноса нейтронов».</p> <p>ЗУВ «Физика защиты».</p> <p>ЗУВ « Основы информационной техники».</p> <p>ЗУВ «Производственная практика (научно-исследовательская работа)».</p> <p>ЗУВ «Информатика».</p> <p>ЗУВ «Техническая термодинамика».</p> <p>ЗУВ «Основы теплообмена» и «Гидродинамика».</p> <p>ЗУВ « Основы информационной техники».</p> <p>ЗУВ «Производственная практика (научно-исследовательская работа)».</p> <p>ЗУВ «Общая физика и Атомная физика».</p> <p>ЗУВ «Химия».</p> <p>ЗУВ «Физика ядерных реакторов», «Динамика ядерных реакторов» и</p>

<sup>9</sup> При отнесении профессиональных компетенций к обязательным для освоения

<sup>10</sup> Под анализом опыта понимается анализ отечественного и зарубежного опыта, международных норм и стандартов, форсайт-сессии, фокус-группы и пр.

технологическими процессами атомных станций в процессе разработки, создания, монтажа, наладки и эксплуатации.

Исследования в области обеспечения надежной, безопасной и эффективной эксплуатации атомных объектов.

Анализ и подготовка данных и составление обзоров, отчетов и научных публикаций.

ваний, готовность к выполнению, представлению и анализу результатов НИОКР

**ПК-4** Способность к составлению научно-технических отчетов, обзоров, публикаций и докладов по результатам выполненных исследований, готовность к участию во внедрении результатов исследований и разработок в области проектирования и эксплуатации ЯЭУ

Теория переноса нейтронов».

ЗУВ «Производственная практика (научно-исследовательская работа)».

ЗУВ «Менеджмент и маркетинг».

ЗУВ «Общая физика и Атомная физика».

ЗУВ «Химия».

ЗУВ «Основы дозиметрии».

ЗУВ «Производственная практика (научно-исследовательская работа)».

#### **Тип задач профессиональной деятельности - проектная деятельность**

Формулирование целей проекта, выбор критериев и показателей, построение структуры их взаимосвязей; разработка технических требований и заданий на разработку и создание компонентов атомных станций и других ядерных энергетических установок.

Разработка проектов элементов оборудования, технологических систем, систем контроля и управления в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования, использование в разработке технических проектов новых информационных технологий.

Разработка проектной и рабочей технической документации, оформление законченных проектно-конструкторских работ.

**ПК-5** Владение знаниями по технологическим схемам, конструкции, оборудованию и опыту эксплуатации основных типов АС, по нейтронно-физическим и технологическим процессам в оборудовании, принципам контроля, автоматизированного управления и защиты АС, основам ядерной и радиационной безопасности, принципам обеспечения безопасной эксплуатации, нормативным требованиям к проектированию и эксплуатации АС.

ЗУВ «Химия».

ЗУВ «Безопасность жизнедеятельности».

ЗУВ «Физика ядерных реакторов», «Динамика ядерных реакторов» и Теория переноса нейтронов».

ЗУВ «Техническая термодинамика».

ЗУВ «Основы тепломассообмена» и «Гидродинамика».

ЗУВ «Физика защиты».

ЗУВ «Основы автоматики».

ЗУВ «Технология и оборудование АЭС (АЭС: типы, оборудование, технологии, эксплуатация)».

ЗУВ «Управление и безопасность эксплуатации ядерных энергетических установок».

ЗУВ «Радиационный контроль на АЭС».

ЗУВ «Аппаратура контроля радиационной безопасности».

Участие в проектировании основного оборудования атомных электрических станций и других ядерных энергетических установок с учетом экологических требований и требований безопасной работы.

Проведение предварительного технико-экономического обоснования при проектировании ядерных энергетических установок, их основного оборудования, технологических систем, систем контроля и управления.

**ПК-6** Знание основных информационных технологий и систем обеспечения жизненного цикла АС, включая информационные модели АС, программно-инструментальные средства сквозного проектирования технологических систем, оборудования и АСУТП АС, принципов системной инженерии и их реализацию при разработке проектов АС

**ПК-7** Владение современными технологиями проектирования и конструирования основного технологического оборудования, аппаратуры и программно-технических средств систем контроля и управления АС, готовность к участию в их разработке и внедрении

**ПК-8** Готовность к разработке Технических заданий, проектной и конструкторской документации на создаваемое технологическое оборудование, приборы, электронную аппаратуру и программно-технические средства систем контроля и управления, включая средства радиационного контроля АЭС, в соответствии с требованиями нормативных документов

ЗУВ «Производственная практика (научно-исследовательская работа)».

ЗУВ «Основы автоматики»

ЗУВ «Технология и оборудование АЭС (АЭС: типы, оборудование, технологии, эксплуатация).

ЗУВ «Управление и безопасность эксплуатации ядерных энергетических установок».

ЗУВ « Основы информационной техники».

ЗУВ «Производственная практика (научно-исследовательская работа)».

ЗУВ «Инженерная компьютерная графика».

ЗУВ « Материаловедение (материалы ядерных реакторов)».

ЗУВ «Технология и оборудование АЭС (АЭС: типы, оборудование, технологии, эксплуатация).

ЗУВ « Аппаратура контроля радиационной безопасности».

ЗУВ «Производственная практика (научно-исследовательская работа)».

ЗУВ «Сопrotивление материалов».

ЗУВ «Детали машин и основы конструирования».

ЗУВ «Метрология, стандартизация и сертификация».

ЗУВ «Технология и оборудование АЭС (АЭС: типы, оборудование, технологии, эксплуатация).

ЗУВ « Аппаратура контроля радиационной безопасности».

ЗУВ «Производственная практика (научно-исследовательская работа)».

**Тип задач профессиональной деятельности - производственно-технологическая деятельность**

Анализ процессов в оборудовании и алгоритмов систем управления ядерных энергетических установок с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы.

Проведение нейтронно-физических и теплогидравлических расчетов реакторных установок в стационарных и нестационарных режимах работы. Обеспечение ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации ядерных энергетических установок, а также при обращении с ядерным топливом и отходами на АС и других ЯЭУ.

Эксплуатация и совершенствование средств и систем контроля, диагностики, управления и защиты, программно-технических комплексов АСУТП АС и других ЯЭУ.

Обеспечение оптимальных режимов работы ядерного реактора, тепломеханического оборудования и энергоблока АС в целом при пуске, остановке, работе на мощности и переходе с одного уровня мощности на другой с соблюдением требований безопасности.

Пуско-наладочные работы применительно к основному оборудова-

**ПК-9** Готовность к эксплуатации технологического оборудования и технологических систем, приборов, измерительных каналов и программно-технических средств систем контроля, управления и защиты ЯЭУ, к монтажу и освоению нового оборудования и систем их автоматизации в ходе подготовки к эксплуатации новых или модернизируемых АС

**ПК-10** Способность к диагностике работоспособности, идентификации параметров, настройке и наладке оборудования, к проверке и регулировке приборов, измерительных каналов, электронного оборудования и программных средств систем контроля и управления

**ПК-11** Готовность к оценке и контролю соблюдения экологической безопасности, техники безопасности, норм и правил производственной санитарии и охраны труда, пожарной, радиационной и ядерной безопасности, к обеспечению эффективной и безопасной эксплуатации, к реализации принципов Культуры безопасности при эксплуатации АС

ЗУВ «Детали машин и основы конструирования».

ЗУВ «Материаловедение (материалы ядерных реакторов)».

ЗУВ «Управление и безопасность эксплуатации ядерных энергетических установок».

ЗУВ «Производственная практика (научно-исследовательская работа)».

ЗУВ «Теоретические основы электротехники» и «Основы электроники».

ЗУВ «Управление и безопасность эксплуатации ядерных энергетических установок».

ЗУВ «Производственная практика (научно-исследовательская работа)».

ЗУВ «Экология».

ЗУВ «Безопасность жизнедеятельности».

ЗУВ «Теоретические основы электротехники» и «Основы электроники».

ЗУВ «Физика защиты».

ЗУВ «Материаловедение (материалы ядерных реакторов)».

ЗУВ «Основы дозиметрии».

ЗУВ «Радиационный контроль на АЭС».

нию, технологическим системам, системам контроля, диагностики, защиты и управления ЯЭУ. Обеспечение соблюдения технологий монтажа, ремонта и демонтажа оборудования АС и других ЯЭУ при сооружении, эксплуатации и снятии с эксплуатации энергоблоков.

**ПК-12** Способность выполнять нейтронно-физические, тепло-гидравлические и другие расчеты инженерного сопровождения эксплуатации АС

ЗУВ «Производственная практика (научно-исследовательская работа)».  
ЗУВ «Сопротивление материалов».  
ЗУВ «Физика ядерных реакторов», «Динамика ядерных реакторов» и Теория переноса нейтронов».  
ЗУВ «Техническая термодинамика».  
ЗУВ «Основы тепломассообмена» и «Гидродинамика».  
ЗУВ «Физика защиты».  
ЗУВ «Производственная практика (научно-исследовательская работа)».

#### **Тип задач профессиональной деятельности - организационно-управленческая деятельность**

Составление технической и производственной документации (графиков работ, инструкций, планов, смет, заявок на материалы, оборудование), а также установленной отчетности по утвержденным формам. Выполнение работ по метрологии, стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов. Организация работы малых коллективов исполнителей. Планирование работы персонала и фондов оплаты труда. Подготовка исходных данных для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа.

**ПК-13** Готовность к организации работы малых коллективов исполнителей, планированию работы персонала, к разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений

**ПК-14** Способность составлять административную и производственно-техническую документацию, а также установленную отчетность по утвержденным формам

**ПК-15** Готовность к оценке конкурентоспособности и экономической эффективности проектируемых систем и элементов оборудования АС

ЗУВ «Экономика и управление в промышленности на основе инновационных подходов к управлению конкурентоспособностью»

ЗУВ «Инженерная компьютерная графика».  
ЗУВ «Метрология, стандартизация и сертификация»

ЗУВ «Экономика и управление в промышленности на основе инновационных подходов к управлению конкурентоспособностью».  
ЗУВ «Менеджмент и маркетинг».  
ЗУВ «Экономика проектирования и конструирования в атомной отрасли»

Оценка производственных и непро-  
изводственных затрат на обеспече-  
ние необходимого качества продук-  
ции.

Организация экспертизы техниче-  
ской документации, исследование  
причин неисправностей оборудова-  
ния, принятие мер по их устране-  
нию.

Таблица 4.4

Задача ПД	Категория профес- сио-нальных компе- тенций <sup>11</sup> (при необ- ходимости)	Код и наименование профессиональ- ной компетенции	Код и наименование индикатора достиже- ния профессиональной компетенции	Основание (ПС, ана- лиз опы- та <sup>12</sup> )
<b>Направленность (профиль), специализация - <u>Специализация №1 «Проектирование и эксплуатация атомных станций»</u></b>				
	Производственно- технологическая деятельность	<b>ПСК-1.1</b> Способность выполнять тепло-гидравлические, нейтронно- физические и прочностные расчеты узлов и элементов проектируемого оборудования АС с использованием современных программно- инструментальных средств	ЗУВ Вариативной части профессионального мо- дуля С1-ПМ.В. ЗУВ «Производствен- ная практика (научно- исследовательская ра- бота)».	
	Научно- исследовательская и Производственно- технологическая	<b>ПСК-1.2</b> Готовность к проведению физических экспериментов на этапах физического и энергетического пуска энергблока с целью определения		

<sup>11</sup> На усмотрение ФУМО

<sup>12</sup> Под анализом опыта понимается анализ отечественного и зарубежного опыта, международных норм и стандартов, форсайт-сессии, фокус-группы и пр.

	деятельность	нейтронно-физических параметров и характеристик реакторной установки и АС в целом	
	Научно-исследовательская деятельность	<b>ПСК-1.3</b> Способность формулировать исходные данные, выбирать и обосновывать научно-технические и организационные решения в области проектирования элементов и систем ЯЭУ	
	Проектная деятельность	<b>ПСК-1.4</b> Готовность к разработке проектов технологических элементов и систем АС с целью модернизации и улучшения технико-экономических показателей с использованием современных средств проектирования и новых информационных технологий	
	Организационно-управленческая деятельность	<b>ПСК-1.5</b> Способность применять на практике принципы организации и регламенты эксплуатации АС, а также понимать принципиальные особенности стационарных и переходных режимов реакторных установок и энергоблоков при нормальной эксплуатации, при её нарушениях, при ремонте и перегрузках	

Таблица 4.5

Задача ПД	Категория профессиональных компетенций <sup>13</sup> (при необходимости)	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ПС, анализ опыта <sup>14</sup> )
<b>Направленность (профиль), специализация - <u>Специализация № 2 «Системы контроля и управления атомных станций»</u></b>				
	Научно-исследовательская и Проектная деятельность	<b>ПСК-2.1</b> Способность демонстрировать знание технологической схемы энергоблоков, конструкции и нейтронно-физических процессов в оборудовании АС, основ обеспечения ядерной и радиационной безопасности энергоблоков, принципов построения измерительных каналов, органов управления, автоматических и автоматизированных систем контроля и управления технологическими процессами атомных электростанций	ЗУВ Вариативной части профессионального модуля С1-ПМ.В. ЗУВ «Производственная практика (научно-исследовательская работа)».	
	Научно-исследовательская деятельность	<b>ПСК-2.2</b> Способность демонстрировать знание теоретических основ информационной техники и систем управления, готовностью использовать их для анализа и синтеза информационно-измерительных, информационно-измерительных, информационных и управляющих систем энергоблоков		

<sup>13</sup> На усмотрение ФУМО<sup>14</sup> Под анализом опыта понимается анализ отечественного и зарубежного опыта, международных норм и стандартов, форсайт-сессии, фокус-группы и пр.

	Производственно-технологическая деятельность	<b>ПСК-2.3</b> Способность к разработке средств КИПиА, СУЗ, систем сбора, передачи и обработки данных для систем измерения, контроля и управления оборудованием АС с широким применением микропроцессорной техники и стандартных программно-технических средств автоматизации АС	
	Производственно-технологическая деятельность	<b>ПСК-2.4</b> Умение проводить диагностику, тестирование и отладку аппаратно-программных средств систем измерения, автоматизации, контроля и управления энергоблоков и обеспечивать их эксплуатацию	
	Проектная деятельность	<b>ПСК-2.5</b> Способность проектировать программно-технические компоненты АСУТП АС на основе требований по обеспечению безопасности энергоблоков с использованием средств автоматизации проектирования, верификации и валидации проектных решений	
	Организационно-управленческая деятельность	<b>ПСК-2.6</b> Владеть методологией системной инженерии, средствами создания электронных проектов АСУТП АС и ее компонентов в соответствии с международными и отечественными стандартами	

Таблица 4.6

Задача ПД	Категория профессиональных компетенций <sup>15</sup> (при необходимости)	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ПС, анализ опыта <sup>16</sup> )
<b>Направленность (профиль), специализация - <u>Специализация №3 «Радиационная безопасность атомных станций»</u></b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• изучение и анализ отечественной и зарубежной научно-технической информации в области расчёта защит, распространения радионуклидов в природных средах, проектирования и применения дозиметров, радиометров, спектрометров; воздействия излучения на живые объекты;</li> <li>• математическое моделирование процессов распространения ионизирующих излучений в веществе, воздействия излучений на человека и живую природу;</li> <li>• исследование и контроль характеристик радиационных полей, разработка норм и санитарных правил работы с излучением;</li> <li>• исследования в области обеспечения надежной, безопасной и эффективной эксплуатации</li> </ul>	<p>Научно-исследовательская и Проектная деятельность</p>	<p><b>ПСК-3.1</b> Способность к подготовке и анализу информационных данных для расчёта биологических защит радиационно-опасных объектов АС, способность разрабатывать и модернизировать компьютерные программы для расчёта распространения излучений в однородных и неоднородных средах</p>	<p>ЗУВ Вариативной части профессионального модуля С1-ПМ.В. ЗУВ «Производственная практика (научно-исследовательская работа)».</p> <p><b>Знать:</b> свойства ионизирующих излучений, элементарные акты взаимодействия фотонов и заряженных частиц с веществом; зависимость линейной передачи энергии от энергии <math>\alpha</math>-частиц, протонов и электронов; зависимость коэффициента линейного ослабления <math>\gamma</math>-излучения от энергии фотонов и атомного номера среды; закон ослабления <math>\gamma</math>-излучения в «хорошей» геометрии и для широкого пучка; основные процессы взаимодействия нейтронов с веществом; типичные зависимости сечений взаимодействия нейтронов, основные формы уравнения переноса излучений, аналитические методы решения уравнения переноса для нейтронов и фо-</p>	
	<p>Научно-исследовательская деятельность</p>	<p><b>ПСК-3.2</b> Способность проводить физические эксперименты по определению характеристик полей излучений, готовность к разработке новых блоков детектирования дозиметриче-</p>		

<sup>15</sup> На усмотрение ФУМО

<sup>16</sup> Под анализом опыта понимается анализ отечественного и зарубежного опыта, международных норм и стандартов, форсайт-сессии, фокус-группы и пр.

<p>атомных объектов и риска аварийных ситуаций и их последствий для человека и природы;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;</li> <li>• проведение предварительного технико-экономического обоснования проектных расчетов и мер радиационной безопасности, участие в проектировании систем автоматического контроля радиационной безопасности атомных электрических станций и других ядерных энергетических установок с учетом экологических требований и требований безопасной работы;</li> <li>• наладка, настройка, регулировка и опытная проверка оборудования и программных средств;</li> <li>• организация рабочих мест, их техническое оснащение, размещение технологического оборудования;</li> <li>• контроль за соблюдением технологической дисциплины и обслуживание технологического оборудования;</li> <li>• метрологическое обеспечение технологических процессов, ис-</li> </ul>		ской, радиометрической и спектрометрической аппаратуры для анализа полей излучения на АС и технологического радиационного контроля	<p>тонов; факторы накопления и их зависимость от энергии, глубины проникновения и атомного номера вещества; решение задач защиты в средах упрощающими методами; численные методы решения интегро-дифференциальных уравнений, принципы метода Монте-Карло и его модификаций, детерминистские методы решения уравнения переноса излучения; инженерные методы расчёта защиты для различных геометрий источника излучения; влияние неоднородностей биологической защиты на прохождение излучения; физические основы дозиметрии и радиометрии излучения, различные методы дозиметрии и радиометрии излучения, дозиметрию внутреннего облучения, понятие о микродозиметрии, обработку приборных спектров; основные принципы охраны окружающей среды, концепцию устойчивого развития, энергетические программы, ядерный топливный цикл, обращение с РАО, миграцию радионуклидов в разных средах, научные основы гигиенического и экологического нормирования; концепцию риска, понятие надежности и безопасности, природные и техногенные катастрофы, нечетко-вероятностные модели, управление риском; требования нормативных документов к дозиметрам и радиометрам, проектирование блоков детектирования, компоновки электронных блоков прибо-</p>	
	Проектная деятельность	<b>ПСК-3.3</b> Способность к проектированию биологических защит радиационно-опасных объектов АС, к проектированию систем автоматизированного контроля радиационной безопасности (АКРБ) на АС, к проектированию систем безопасного обращения с ОЯТ и РАО		
	Производственно-технологическая деятельность	<b>ПСК-3.4</b> Способность к наладке, испытанию и поверке аппаратуры радиационного контроля в производственных условиях, способность исследовать радиационные поля и разрабатывать способы снижения радиационных нагрузок, оценивать погрешности измерений и грамотно интерпретировать результаты измерений		
	Организационно-	<b>ПСК-3.5</b> Способность		

<p>пользование типовых методов контроля качества выпускаемой продукции;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• составление технической документации, а также установленной отчетности по утвержденным формам;</li> <li>• организация экспертизы технической документации, исследование причин неисправностей оборудования, принятие мер по их устранению.</li> <li>• выполнение работ по метрологии, стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов;</li> </ul>	<p>управленческая деятельность</p>	<p>выбирать и обосновывать научно-технические мероприятия, направленные на обеспечение безопасности персонала АС, населения и окружающей среды, готовность к оценке риска и к проведению экспертизы комплекса мероприятий по радиационной защите</p>	<p>ров; медико-биологические основы радиационной безопасности, биологические последствия облучения.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>уметь рассчитывать сечения взаимодействия и коэффициенты ослабления фотонов для сложных по составу веществ; оценивать поглощенную дозу прямо и косвенно ионизирующих излучений в человеке, его тканях и органах; решать задачи о прохождении излучений через среды аналитическими и численными методами; рассчитывать и проектировать биологическую защиту; оценивать эффекты воздействия излучений на человека, методы регулирования функций организма; использовать нормы и правила при обеспечении радиационной безопасности персонала, населения и окружающей среды; рассчитывать параметры блоков детектирования для измерения доз, потоков и активностей в соответствии с требованиями международных стандартов и отечественных нормативных документов, компоновать приборы и системы из нормативных микросхем; проводить анализ и оценку риска, определять границу приемлемого риска, оптимизировать риск с учетом ограниченности ресурсов.</p>	
	<p>Производственно-технологическая и Организационно-управленческая деятельность</p>	<p><b>ПСК-3.6</b> Готовность к неукоснительному соблюдению в практической деятельности Законов Российской Федерации в области использования атомной энергии, радиационной безопасности, санитарно-эпидемиологического благополучия населения, норм и правил радиационной безопасности, способность проводить разъяснительную работу о безопасности функционирования АС с персоналом и населением, проживающим на наблюдаемой территории</p>	<p><b>Владеть:</b></p> <p>расчётами прохождения излучения в «хорошей» геометрии; методами оценки флюенса и доз в широких пучках фотонов, используя факторы накопления; спо-</p>	

			<p>собом расчёта потока быстрых нейтронов, используя метод выведения или длин релаксации; применением программных комплексов, реализующих метод Монте-Карло; расчётами защит от излучения для объёмных и протяженных источников; основами проектирования биологических защит; нормами и правилами радиационной безопасности; конструированием блоков детектирования и компоновкой электронных блоков обработки измерительной информации; методами оценки и управления рисками, элементами теории принятия решений.</p>	
--	--	--	--	--

ЗУВ «Экономика и управление в промышленности на основе инновационных подходов к управлению конкурентоспособностью»

Знать:

- основные экономические категории, необходимые для анализа деятельности экономических агентов на микро и макроуровне,
- теоретические экономические модели;
- основные закономерности поведения агентов рынка,
- макроэкономические показатели системы национальных счетов,
- основы макроэкономической политики государства,
- место российской экономики в открытой экономике мира.

Уметь:

- самостоятельно анализировать экономическую действительность и процессы, протекающие в экономической системе общества,
- применять методы экономического анализа для решения экономических задач;
- принимать экономически обоснованные решения в конкретных ситуациях,
- умение организовать самостоятельный профессиональный трудовой процесс

Владеть (быть в состоянии продемонстрировать):

- навыками применения современного инструментария экономической науки для анализа рыночных отношений,
- методикой построения и применения экономических моделей для оценки состояния и прогноза развития экономических явлений и процессов в современном обществе.

### ЗУВ «Информационная безопасность»

Знать:

- сущность и понятие информации, информационной безопасности и характеристики ее составляющих;
- место и роль информационной безопасности в системе национальной безопасности Российской Федерации, основы государственной информационной политики, стратегию развития информационного общества в России;
- источники и классификацию угроз информационной безопасности;
- основные средства и способы обеспечения информационной безопасности, принципы построения систем защиты информации;
- способы и средства защиты информации от утечки по техническим каналам;
- основы организационного и правового обеспечения информационной безопасности.

Уметь:

- классифицировать защищаемую информацию по видам тайны и степени конфиденциальности;
- классифицировать и оценивать угрозы информационной безопасности для объекта информатизации;
- анализировать и оценивать угрозы информационной безопасности объекта;
- применять нормативные правовые акты и нормативные методические документы в области обеспечения информационной безопасности;
- оценивать информационные риски в автоматизированной системе.

Владеть:

- профессиональной терминологией в области информационной безопасности;
- криптографической терминологией;
- методами оценки информационных рисков.

### ЗУВ «Менеджмент и маркетинг»

Знать:

- предмет и эволюцию менеджмента и маркетинга;
- понятие организации, ее миссия и цели, виды структур;
- основные стандарты в области проектного менеджмента;
- методы решения задач ресурсного, стоимостного и временного планирования;
- способы оценки финансовой привлекательности проектов;
- методы оценивания рисков и неопределенности проектов;
- социально-психологические основы менеджмента;
- модели поведения потребителя;
- основы ценообразования и оценки себестоимости.

Уметь:

- строить функциональные модели организационных систем;
- составлять и рассчитывать сетевые графики;
- оценивать себестоимость и определять точку безубыточности;

- оценивать эффективность проекта;
- составлять бизнес-план проекта.

Владеть:

- технологией составления бизнес-планы либо заявки на грант;
- методами финансового анализа проектов;
- технологией исследования рынков.

#### ЗУБ «Экономика проектирования и конструирования в атомной отрасли»

Знать:

- Основные стадии и главные процессы ядерного топливного цикла,
- основы макроэкономической политики государства,
- место российской экономики в открытой экономике мира.

Уметь:

- самостоятельно анализировать экономическую действительность и процессы, протекающие в экономической системе общества,
- применять методы экономического анализа для решения экономических задач;
- принимать экономически обоснованные решения в конкретных ситуациях.

Владеть:

- информацией о прогрессе и перспективах развития современной ядерной науки и техники в РФ и за рубежом.

#### ЗУБ «Общая физика и Атомная физика»

Знать:

- фундаментальные законы природы и основные физические законы в области механики, термодинамики, электричества и магнетизма, оптики и атомной физики.

Уметь

- решать типовые задачи по основным разделам курса физики, используя методы математического анализа, использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности.

Владеть

- методами проведения физических измерений, методами корректной оценки погрешностей при проведении физического эксперимента.

Владеть /быть в состоянии продемонстрировать:

- знание основных законов физики;
- умение выводить основные соотношения между физическими величинами, следующие из постулатов теории или из результатов эксперимента;
- умение применить основные законы физики при решении физических задач;
- анализировать полученные решения физических задач;

- проводить численные вычисления с требуемой степенью точности.

#### ЗУВ «Ядерная физика»

Знать:

- основные свойства элементарных частиц; типы взаимодействий в природе, их свойства и проявления;
- закономерности прохождения ядерных излучений через вещество
- основные свойства ядер и их превращений, механизмы протекания ядерных реакций;
- принципы ядерной энергетики и её перспективы;
- механизмов возникновения и синтеза элементов в природе;
- основные физические принципы работы спектрометрической аппаратуры.

Уметь:

- производить расчеты закономерностей взаимодействия ядерных излучений с веществом в области исследования;
- производить расчеты основных характеристик ядер, проводить оценку вероятности их взаимодействий, распада, синтеза или деления;
- применять спектрометрическую аппаратуру в соответствии с потребностями эксперимента;
- экспериментально измерять основные характеристики элементарных частиц и ядер.

Владеть:

- практическими знаниями об основных процессах взаимодействия излучения с веществом;
  - практическими знаниями по основной спектрометрической аппаратуре

#### ЗУВ «Информатика»

Знать

- Основные методы численной интерполяции, численного интегрирования и дифференцирования, численного решения задач Коши для ОДУ, численного решения краевых задач для ОДУ, численного решения задач смешанных краевых задач для уравнений в частных производных, в частности для уравнений, используемых для решения нейтронно-физических задач
- Освоение работы в Visual Studio 2005 среде программирования Microsoft Intel® Fortran. Организация проекта решений.
- Реализация алгоритмов решения алгебраических уравнений второй и третьей степени. Внутренние и внешние подпрограммы.
- Реализация алгоритмов вычисления числовых рядов. Критерии окончания счета. Организация основного и вспомогательного меню

Уметь

- использовать классические численные методы для решения задач
- реализовывать численные алгоритмы в виде законченных компьютерных программ
- использовать численные методы и современные компьютеры для решения нейтронно-физических задач

Владеть

- Навыками работы в Visual Studio.
- навыками работы со справочниками ядерных данных и другой технической литературой

#### ЗУВ «Химия»

Знать

- основные законы химии,
- закономерности протекания химических процессов,
- свойства кислотно-основных, окислительно-восстановительных, электрохимических и дисперсных систем,
- свойства элементов атомной энергетики,
- современные методы разделения и очистки материалов;
- области применения полученных сведений в будущей профессии.

Уметь:

- ориентироваться в химических системах различного типа, их свойствах, методах описания и областях применения,
- прогнозировать изменение химического состава и свойств материалов ядерных объектов в результате воздействия параметров состояния и химических превращений,
- анализировать химическую составляющую при решении комплексных проблем.

Владеть:

- навыками ответственного отношения к веществу и безопасного эксперимента, необходимыми в различных областях науки и производства.

#### ЗУВ «Экология»

Знать:

1. Основы фундаментальной экологии. Глобальные проблемы экологии.
2. Термодинамику биосферы.
3. Биогеохимические круговороты веществ.
4. Математическое моделирование биосферных процессов. Модели динамики популяций.
5. Уровни техногенного загрязнения окружающей среды.
6. Ресурсное обеспечение существования человеческого сообщества. Пространственно энергетическую экспансию человеческого сообщества в биосфере.
7. Структуру и развитие мировой энергетики. Перспективы обеспечения энергопотребления человеческого общества в будущем.
8. Глобальные экологические проблемы современности. Изменение природной среды и климата.
9. Принципы охраны окружающей среды. Экологические принципы нормирования.
10. Вопросы радиационной экологии.

Уметь решать экологические задачи по следующим основным направлениям:

1. Баланс вещества и закон сохранения вещества в экосистемах.
2. Баланс энергии в биосфере и тепловое загрязнение среды.
3. Термодинамика биосферы. Трансформация солнечной энергии по трофическим цепям. Круговорот веществ в природе.
4. Математика роста. Рост численности населения и истощение ресурсов. Экспоненциальная модель. Распределение Гаусса.

5. Математика роста. Рост численности населения и исчерпание ресурсов. Логистическая кривая. Потенциальная емкость народонаселения нашей планеты. Демографический прогноз.

6. Парниковый эффект. Структура топливно-энергетического баланса (ТЭБ).

Владеть:

1. Основами необходимого экологического мировоззрения для взаимодействия современного человека с окружающим миром, в том числе в его практической, в частности научно-технической деятельности.
2. Как качественной, так и особенно количественной информацией для возможности самостоятельного ориентирования в вопросах экологических представлений о мире в настоящем и будущем.

ЗУБ «Инженерная компьютерная графика»

Знать

- основы начертательной геометрии и технического черчения, программные средства компьютерной графики.

Уметь

- читать и выполнять технические чертежи и другую конструкторскую документацию.

Владеть

- проекционным аппаратом черчения;
- основными понятиями, связанными с графическим представлением информации;
- основами работы в графическом пакете САПР.

ЗУБ «Сопротивление материалов»

Знать

- какое влияние оказывают на прочность элементов конструкций циклическое нагружение, температура и свойства окружающей среды, включая радиационное облучение.

Уметь

- выбирать необходимые для расчетов механические свойства конструкционных материалов на основе знания о методах экспериментального определения механических свойств.

Владеть

- основами анализа напряженно-деформированного состояния элемента конструкции, уметь выбирать нужный критерий прочности и использовать его для расчетов на прочность сосудов давления, стержневых систем, валов и балок.

ЗУБ «Теоретические основы электротехники» и «Основы электроники»

ЗУБ «Детали машин и основы конструирования»

Знать:

- принципы и методы расчета и проектирования деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями, в том числе, с использованием стандартных средств автоматизации проектирования;
- правила разработки проектной и рабочей технической документации, оформления законченных проектно-конструкторских работ;

- правила оформления конструкторской документации в соответствии с государственными стандартами и другими нормативными документами.

Уметь:

- разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, используя информационные технологии и пакеты прикладных программ;

- рассчитывать и проектировать детали и узлы приборов и установок с использованием стандартных средств автоматизации;

- разрабатывать проекты технических условий, стандартов и технических описаний установок и приборов;

- проводить расчеты, концептуальную и проектную проработку современных физических установок.

Владеть:

- навыками выбора физического принципа действия и технических решений для разрабатываемых устройств и их элементов, обоснования соответствия характеристик конструкций и устройств требованиям технических заданий, требованиям безопасности, стандартов и других нормативных документов;

- современными методами расчета и проектирования деталей и узлов приборов и установок с использованием стандартных средств автоматизации;

- навыками разработки проектной и рабочей технической документации, оформления законченных проектно-конструкторских работ;

- методами и программными средствами информационной поддержки разработки и производства изделий (CAD/CAM/CAE) – CALS/ИПИ-технологии в жизненном цикле изделий.

#### ЗУВ «Метрология, стандартизация и сертификация»

Знать:

– основы современной теории измерений и основы взаимосвязи техники измерений с качеством и безопасностью выпускаемой продукции;

– основы обеспечения единства измерений в наукоемких отраслях знаний.

Уметь:

– проводить оценку точности измерительных систем, формы представления сигналов, принципов измерения различного рода величин.

Владеть:

- материалами по вопросам стандартизации, метрологии, технике измерений и контроля качества в аналитических испытаниях;

- способностью к выполнению работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов;

- способностью к организации метрологического обеспечения технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции;

– готовностью к кооперации с коллегами и работе в коллективе.

#### ЗУВ «Безопасность жизнедеятельности»

Знать:

- производственные, физические и геофизические процессы, порождающие опасности,

- роль человеческого фактора в формировании предпосылок опасных событий,
- принципы нормирования и основные нормы воздействия на человека вредных факторов производственной деятельности и окружающей среды;
- основы электробезопасности, электромагнитной, пожарной, химической безопасности,
- способы противодействия опасностям с учетом их случайности;
- правила проведения спасательных работ и оказания первой помощи пострадавшим;
- принципы государственного обеспечения и нормирования безопасности людей в условиях их профессиональной деятельности и быта.

#### Уметь:

- оценивать значимость фактора опасности в заданных условиях жизнедеятельности;
- планировать мероприятия на случаи нештатных опасных и чрезвычайных ситуаций на объектах производства и на неподведомственных территориях;
- организовывать и поддерживать безопасный режим производственной деятельности работников на радиационно опасных объектах.

#### Владеть:

- навыками анализа и оценки радиационной безопасности при работах с источниками ионизирующих излучений;
- приемами оказания первой помощи пострадавшим, применения средств индивидуальной защиты от вредных и опасных факторов.

ЗУБ «Физика ядерных реакторов», «Динамика ядерных реакторов» и Теория переноса нейтронов»

#### Знать

- основные источники нейтронов в ядерном реакторе; основные процессы, которые могут протекать при взаимодействии нейтрона с ядром; основные понятия и определения, касающиеся описания нейтронного поля в реакторе; законы, уравнения и границы применимости моделей диффузии моноэнергетических нейтронов, замедления нейтронов в непоглощающих и поглощающих средах, диффузионно-возрастного и многогруппового приближения, термализации нейтронов, газокинетического уравнения переноса нейтронов.
- современные методы для решения задач описания физических процессов в ядерных реакторах
- методы моделирования нейтронно-физических процессов и методы теории возмущений
- способы представления нейтронных эффективных сечений
- 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; теорию реактора с однородными зонами и гетерогенных решеток.
- Особенности условий проведения экспериментов на исследовательский реакторах, критстендах и энергетических реакторах.
- Задачи экспериментов на перечисленных реакторных установках.

#### Уметь

- Рассчитывать распределение поля нейтронов в среде в приближении диффузии моноэнергетических нейтронов
- Проводить анализ процесса замедления нейтронов в различных средах, характерных для ядерных реакторов деления, с точки зрения осмысле-

ния физики процесса и обоснования выбора наиболее эффективного замедлителя.

- Рассчитывать распределение поля нейтронов в среде в диффузионно-возрастном приближении и в области термализации нейтронов.
- использовать численные методы и современные компьютеры для решения нейтронно-физических задач
- оценивать сечения взаимодействий в различных энергетических диапазонах
- получать соотношения линейной теории возмущений для различных функционалов нейтронного поля
- Производить оценку применимости конкурентных методических и приборных решений в заданных условиях и с учетом определенных ограничений (требований к точности результатов измерений, расходу времени, аппаратурных возможностей, квалификации персонала, его готовности осуществлять необходимые операции и др.).

Владеть

- методом расчета нейтронного поля в гомогенных и гетерогенных средах в рамках теории диффузии моноэнергетических нейтронов и диффузионно-возрастного приближения
- -методом расчета вероятности избежать резонансного поглощения на основе табличных данных(эффективный резонансный интеграл)
- -методом построения многогрупповых сечений в рамках многогруппового уравнения диффузии
- навыками работы со справочниками ядерных данных и другой технической литературой
- методами расчёта концентраций ядер, распределений нейтронов и ценностей нейтронов
- правилами и приемами стандартизации реакторных экспериментов
- способами ориентации в профессиональных источниках информации (журналы, сайты, образовательные порталы и т.д.), приемами работы со специальной литературой

ЗУВ «Техническая термодинамика»

Знать:

- основные понятия, методы, законы и уравнения термодинамики;
- основные следствия законов и уравнений термодинамики применительно к различным термодинамическим системам, включая ядерные энергетические установки.

Уметь:

- применять методы термодинамики к исследованию равновесия и устойчивости однородных и многофазных систем;
- применять уравнения состояния реальных газов и жидкостей для определения термодинамических параметров;
- применять уравнения термодинамики для расчета термодинамических параметров потока;
- применять методы анализа циклов преобразования энергии. Выполненный расчет КПД газотурбинного и паротурбинного циклов. Анализ необратимых потерь энергии в цикле

Владеть:

- методами термодинамики в рамках самостоятельной работы при выполнении домашних заданий, курсовой работы, анализе результатов лабораторных работ, а также в последующей учебной практике при анализе термодинамической эффективности энергетических установок.

ЗУВ «Основы теплообмена» и «Гидродинамика»

## Знать

- основные типы реакторов, принципиальные схемы преобразования энергии ядерного реактора, основные элементы реактора
- термодинамические циклы ЯЭУ, паротурбинные циклы с насыщенным и перегретым паром, регенеративный цикл, к.п.д. «брутто» и «нетто».
- газотурбинные циклы, цикл Брайтона, применение регенерации тепла и многоступенчатого сжатия газа в компрессоре.
- тепловые схемы ЯЭУ, паротурбинные конденсационные АЭС и АТЭЦ, газотурбинные ЯЭУ, комбинированные ЯЭУ, атомные станции тепло-снабжения.
- основные типы теплообменников ЯЭУ,
- требования к парогенераторам, конструктивные схемы парогенераторов.
- машинное оборудование ЯЭУ, основные типы паровых и газовых турбин, термодинамический процесс в многоступенчатой турбине, внутренний к.п.д.
- основные типы насосов, рабочие параметры и характеристики, параллельная работа насосов, главный циркуляционный насос, питательные и конденсатные насосы.
- способы уменьшения потерь при реализации цикла насыщенного пара, оптимизацию давления пара в конденсаторе, оптимизацию параметров газотурбинного цикла
- теплоносители ЯЭУ: основные требования, ядерные и теплофизические свойства, примеси, методы очистки.
- Основы теории нестационарных процессов; кинетику реактора, запаздывающие нейтроны и их роль в переходных процессах, критическое и подкритическое состояние реактора, динамические характеристики, обратные связи, устойчивость и способы регулирования реактора;

## Уметь

- Уметь рассчитывать и строить T-Q - диаграмму, оценивать коэффициента полезного действия нетто.
- Уметь рассчитывать термический КПД, и КПД - брутто.
- Уметь выбирать конструктивные типы основного энергооборудования для заданных проектов АЭС и составлять принципиальные тепловые схемы
- Уметь рассчитывать коэффициенты теплопередачи по зонам ПГ и необходимых площадей поверхностей теплообмена для выбранного конструктивного типа ПГ
- Уметь рассчитывать гидравлические потери в ПГ и определять КПД - нетто.
- Моделировать основные характеристики ядерных установок при нестационарных, переходных процессах в нормальных режимах работы и в аварийных режимах.

## Владеть

- умениями применять ранее полученные знания в производственной проектной деятельности
- методами тепловых расчетов параметров основного энергооборудования АЭС
- навыками работы с научной, справочной и электронной литературой
- навыками написания научно-технической документации;
- навыками подготовки научно-обоснованных проектов парогенератора

- Методом расчета переходных процессов, используя модель «мгновенного скачка» при отсутствии обратных связей

#### ЗУВ «Физика защиты»

Знать:

- физические процессы формирования дозовых характеристик полей излучений;
- основные параметры источников излучений, необходимые для расчетов дозовых характеристик полей излучений;
- принципы и подходы к нормированию и установлению предельно-допустимых уровней облучения человека;
- физику процессов прохождения фотонного излучения в веществе;
- инженерные способы расчетов доз фотонного излучения за защитой;
- методы определения безопасных условий работы с источниками фотонного излучения.

Уметь:

- оценивать приближенными методами дозовые характеристики полей фотонного излучения и определять условия радиационной безопасности при работе с источниками ионизирующих излучений,
- проектировать оптимальные конструкции защиты, обеспечивающие условия радиационной безопасности.

Владеть / быть в состоянии продемонстрировать

- способность использовать полученные знания для собственных разработок мер по обеспечению радиационной безопасности при работе с источниками ионизирующих излучений;
- анализировать уровень проектной документации с точки зрения оценки радиационного воздействия на объекты окружающей среды; разрабатывать оптимальные конструкции защитных сооружений.

#### ЗУВ «Основы автоматики»

Знать:

- Основные методы анализа автоматических систем.
- Основные методы проектирования автоматических систем.

Уметь:

- Составлять математические модели объектов регулирования и систем.
- Решать типовые задачи по исследованию устойчивости, качеству и точности систем автоматического управления.
- Синтезировать системы с заданными характеристиками.

Владеть:

- Основными методами решения практических задач.
- Средствами моделирования Simulink и пакетом прикладных программ “Control system toolbox” системы MATLAB.

#### ЗУВ «Материаловедение (материалы ядерных реакторов)»

## ЗУВ «Основы дозиметрии»

### *Знать:*

- физические явления взаимодействия ионизирующих излучений с веществом, определяющие процессы переноса излучений, энергопоглощения и формирования дозных полей;
- специфику характеристик величин доз и распределений доз (поглощенная доза, эквивалентная и амбиентная доза, экспозиционная доза, распределение доз по ЛПЭ, микродозиметрические величины);
- основные методы расчета и измерения дозных распределений в веществе для различных видов излучения;
- особенности характеристик дозиметров и области их применимости для решения практических задач.

### *Уметь:*

- анализировать характеристики полей ионизирующего излучения с целью определения дозиметрических величин;
- оценивать применимость различных методов дозиметрии для решения практических задач;
- реализовывать переход от измеренных детекторами ионизирующего излучения величин к соответствующим дозным величинам;
- реализовывать переход от измеренных детекторами ионизирующего излучения величин к соответствующим дозным величинам;
- оценивать диапазон допустимых погрешностей при определении дозиметрических величин.

### *Владеть / быть в состоянии:*

- продемонстрировать владение инженерными методами расчета дозных полей для конкретной радиационной обстановки.

## ЗУВ «Технология и оборудование АЭС (АЭС: типы, оборудование, технологии, эксплуатация)»

### *Знать:*

- Конструкцию основного оборудования, технологические схемы первого и второго контуров, схемы электроснабжения энергоблока АЭС с ВВЭР.
- Основы обеспечения ядерной, радиационной, пожарной и экологической безопасности АЭС с ВВЭР.
- Основные отличительные особенности реакторных установок с РБМК, БН, СВБР.

### *Уметь:*

- Применять знания технологической части проекта АЭС с ВВЭР для разработки заданий и схем автоматизации в части АСУ ТП.
- Разрабатывать проектную документацию по обоснованию безопасности АЭС в части АСУ ТП.

### *Владеть:*

- Основными методами разработки исходных данных из технологической части АЭС для выпуска проектной документации АСУ ТП.
- Анализом технологической части АЭС как объекта управления.

## ЗУВ «Управление и безопасность эксплуатации ядерных энергетических установок»

### *Знать:*

- Классификации для применяемых в АСУ ТП ЯЭУ.
- Механизмы функционирования АСУ ТП.

- Принципы работы регуляторов.
- Принципы работы регуляторов.
- Принципы построения основных подсистем.
- Принципы формирования управляющих воздействий.
- Типы устройств применяемых в АСУТП АЭС.

Уметь:

- Оценивать характер процессов при регулировании параметров АЭС.
- Производить простые расчеты надежности в АСУТП АЭС.
- Осуществлять ориентировочный выбор устройства регуляторов.
- Конфигурировать АСУТП нижнего и верхнего уровней.

Владеть:

- Навыками настройки параметрических цифровых регуляторов.
- Навыками создания человеко-машинных систем.
- Навыками создания надежных человеко-машинных систем.

ЗУВ «Радиационный контроль на АЭС»

ЗУВ «Аппаратура контроля радиационной безопасности»

**Знать:**

- физические явления, лежащие в основе методов регистрации излучений; способы преобразования энергетической зависимости чувствительности устройств для измерения поглощенной дозы, амбиентного и индивидуального эквивалента дозы, флюенса и плотности потока; рекомендации по измерению активности ионизирующего излучения, массовой (удельной) и объемной активности жидкостей и воды, газов и аэрозолей, продуктов питания и медикаментов;
- современные способы преобразования информации, поступающие от детекторов излучения, типичные электронные блоки и узлы приборов, устройства отображения информации;
- принципы интегрирования приборов и измерительные системы, способы передачи информации.

**Уметь:**

- рассчитывать и проектировать блоки детектирования, компоновать детали и узлы приборов и установок в соответствии с техническим заданием; разрабатывать способы модернизации имеющейся аппаратуры для измерения современных дозиметрических величин;
- разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию и оформлять законченные проектно-конструкторские работы;
- контролировать соответствие разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям, требованиям безопасности;

**Владеть:**

- способностью к наладке, настройке, регулировке опытной поверке оборудования;
- способностью к поверке дозиметрического и спектрометрического оборудования;
- способностью использовать технические средства для измерения основных параметров радиационных полей, подготавливать данные для составления отчетов.

#### ЗУВ « Основы информационной техники»

##### **Знать:**

- Типы и виды моделей сигналов, формы их математического представления, вероятностные и детерминированные временные и частотные модели сигналов, марковские модели сигналов и систем.
- Корреляционный и спектральный анализ сигналов. Линейные динамические системы. Преобразование случайных и детерминированных сигналов и их характеристик линейными динамическими системами.
- Пространства сигналов. Метрология сигналов. Разложение сигналов, энергии и скалярного произведения сигналов по ортогональному базису. Системы ортогональных функций.
- Принципы и модели дискретизации и восстановления сигналов. Интерполяционный ряд Котельникова. Спектры дискретных сигналов. Дискретизация спектров сигналов.
- Алгоритмы дискретной обработки сигналов. ДПФ, ППФ, Z-преобразования сигналов, разностные модели дискретных преобразований, цифровые фильтры.
- Информационные методы анализа сигналов и систем. Энтропию и информационное содержание дискретных и непрерывных сигналов. Информационные характеристики каналов передачи информации. Скорость генерации информации и пропускную способность каналов передачи информации.
- Основы теории кодирования информации. Эффективное и помехоустойчивое кодирование. Теоремы Шеннона. Групповые коды. Принципы построения циклических кодов.

##### **Уметь:**

- Определять и анализировать параметры сигналов и систем измерения, строить математические модели дискретных и непрерывных сигналов и систем преобразования информации.
- Выполнять вероятностный и корреляционный анализ сигналов.
- Определять и строить спектры периодических и аperiodических детерминированных сигналов, спектральные характеристики случайных сигналов.
- Оценивать корректность дискретизации сигналов и их восстановления по дискретным отчетам.
- Формировать алгоритмы дискретной обработки информации, проектировать цифровые фильтры сигналов.
- Выбрать и спроектировать системы эффективного и помехоустойчивого кодирования сообщений для каналов передачи данных.
- Проектировать архитектуру информационно-измерительных систем, исследовать их характеристики и эффективность.

##### **Владеть навыками:**

- Использования стандартных инженерных пакетов для построения и анализа вероятностных, корреляционных и спектральных ха-

ра характеристик сигналов и систем.

- Создания программных алгоритмов обработки сигналов и цифровой фильтрации в среде NI LabView.
- Проведения практических исследований характеристик сигналов в среде NI LabView.

ЗУБ «Производственная практика (научно-исследовательская работа)»

*Знать*

- теоретические основы выполнения экспериментальных и/или расчетно-теоретических исследований.

*Уметь:*

- организовать проведение измерений и/или расчетов;
- проводить обработку полученных данных;
- разрабатывать или осваивать программы расчёта полей излучения и радионуклидного загрязнения.

*Владеть:*

- навыками работы с современной экспериментальной аппаратурой и/или программными комплексами;
- приемами интерпретации (анализа) и презентации полученных результатов.

## 4.2. Рекомендуемые профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения<sup>17</sup>

Таблица 4.4

Задача ПД	Объект или область знания ( <i>при необходимости</i> )	Категория профессиональных компетенций <sup>18</sup> ( <i>при необходимости</i> )	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции <sup>19</sup>	Основание (ПС, анализ опыта <sup>20</sup> )
	Направленность (профиль), специализация _____ ( <i>при необходимости</i> )				
	Тип задач профессиональной деятельности – научно-исследовательский, проектный, организационно-управленческий _____				

<sup>17</sup> При наличии сопряженных ПС заполнение раздела является обязательным (минимум, по одной компетенции, учитывающей требования соответствующего ПС)

<sup>18</sup> На усмотрение ФУМО

<sup>19</sup> Если ФУМО не формулирует индикаторы достижения ПК, то приводится фраза «Индикаторы достижения рекомендуемых профессиональных компетенций организация, осуществляющая образовательную деятельность, устанавливает самостоятельно».

<sup>20</sup> Под анализом опыта понимается анализ отечественного и зарубежного опыта, международных норм и стандартов, форсайт-сессии, фокус-группы и пр.

**Задача 1.** Изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.

**Задача 4.** Подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие во внедрении результатов исследований и разработок

**Задача 5.** Сбор и анализ информационных источников и исходных данных для проектирования приборов и установок.

**Задача 8.** Контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

Атомное ядро, элементарные частицы и плазма, конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками, разработка и технологии применения приборов и установок для анализа веществ, радиационное воздействие ионизирующих излучений на человека и окружающую среду, радиационные

Интеллектуальная собственность

**ПК-23** Способность решать задачи в области развития науки, техники и технологии с учетом нормативного правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности

**Знать** основы интеллектуальных прав для выявления, учета, обеспечения правовой охраны результатов интеллектуальной деятельности и распоряжения ими, в том числе в целях практического применения.

**Уметь** решать задачи, связанные с выбором способов использования и распоряжения правами на результаты интеллектуальной деятельности, и осуществляет распоряжение такими правами, включая введение таких прав в гражданский оборот

**Владеть** навыками предварительного проведения патентных исследований и патентного поиска.

ПС 24.020  
ПС 24.028  
ПС 24.030  
ПС 24.031  
ПС 24.032  
ПС 24.038  
ПС 24.039  
ПС 24.067

**Задача 17.** Организация защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок как коммерческой тайны предприятия

технологии в медицине, математические модели для георетического и экспериментального исследований явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, плазмы, конденсированного состояния вещества, ядерных реакторов, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики.

## Раздел 5. ПРИМЕРНАЯ СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ОПОП

### 5.1. Рекомендуемый объем обязательной части образовательной программы.

К обязательной части программы специалитета относятся дисциплины (модули) и практики, обеспечивающие формирование всех универсальных компетенций, всех общепрофессиональных компетенций, а также профессиональных компетенций, установленных ПООП в качестве обязательных (при наличии).

В обязательную часть программы специалитета включаются, в том числе:

дисциплины (модули), указанные в пункте 2.2 ФГОС ВО;

дисциплины (модули) по физической культуре и спорту (по физической подготовке), реализуемые в рамках блока 1 «Дисциплины (модули)».

Объем обязательной части, без учета объема государственной итоговой аттестации, должен составлять не менее 50 процентов общего объема программы специалитета.

Таблица

Структура и объем программы специалитета

Структура программы специалитета		Объем программы специалитета и ее блоков в з.е.
Блок 1	Дисциплины (модули)	не менее 231
Блок 2	Практика	не менее 30
Блок 3	Государственная итоговая аттестация	6 - 9
Объем программы специалитета		330

## **5.2. Рекомендуемые типы практики.**

В программе специалитета в рамках учебной и производственной практики устанавливаются следующие типы практик:

Типы учебной практики:

ознакомительная практика;

технологическая (проектно-технологическая) практика;

эксплуатационная практика;

научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы).

Типы производственной практики:

технологическая (проектно-технологическая) практика;

эксплуатационная практика;

научно-исследовательская работа;

преддипломная практика.

## **5.3. Примерный учебный план и примерный календарный учебный график**

Форма примерного учебного плана представлена в таблице 5.1.

Примерный учебный план  
**14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг**  
(код и наименование направления подготовки)

специалитет

(уровень высшего образования)

Таблица 5.1

Индекс	Наименование	Форма промежуточной аттестации	Трудоемкость,			Примерное распределение по семестрам											
			з.е.	часы		1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й	11-й	
				всего	контакт-ная ра-бота	Количество недель*											
						18	17	18	17	18	17	18	17	18	12	20	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
<b>Б1.Д</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>		<b>281</b>	<b>10444</b>	<b>5405</b>												
<b>Б1.Д.Б</b>	<b>Базовая часть Блока 1</b>		<b>166</b>	<b>5976</b>	<b>3323</b>												
Б1.Б.1	Иностранный язык	з, э	11	396	217	X	X	X	X								
Б1.Б.2	История	з	2	72	48		X										
Б1.Б.3	Философия	з	3	108	48				X								
Б1.Б.4	Высшая математика	э	38	1368	761	X	X	X	X								
Б1.Б.5	Физика	э	30	1080	652	X	X	X	X	X	X						
Б1.Б.6	Информатика	э	6	216	62	X	X										
Б1.Б.7	Инженерная и компьютерная графика	з	5	180	124		X	X									
Б1.Б.8	Материаловедение (материалы ядерных реакторов)	з	2	72	32							X					
Б1.Б.9	Безопасность жизнедеятельности	з	3	108	64									X			
Б1.Б.10	Сопротивление материалов	Э	4	144	64			X									
Б1.Б.11	Детали машин и основы конструирования	з	2	72	45				X								

Б1.Б.12	Электротехника и электроника	з	7	252	187				X	X						
Б1.Б.13	Теория вероятностей и математическая статистика	з	2	72	60				X							
Б1.Б.14	Уравнения математической физики	Э	7	252	124					X	X					
Б1.Б.15	Теоретическая механика	Э	4	144	60				X							
Б1.Б.16	Квантовая механика	э	5	180	80					X						
Б1.Б.17	Физика ядерных реакторов	з	2	72	60						X					
Б1.Б.18	Теория переноса нейтронов	з	3	108	64					X						
Б1.Б.19	Техническая термодинамика	з	3	108	64					X						
Б1.Б.20	Статистическая физика	Э	3	108	60						X					
Б1.Б.21	Основы теплообмена	з	2	72	45						X					
Б1.Б.22	Дискретная математика	з	2	72	45						X					
Б1.Б.23	Основы автоматики	з	3	108	75						X					
Б1.Б.24	Теория поля	Э	4	144	80					X						
Б1.Б.25	Гидродинамика	Э	3	108	48							X				
Б1.Б.26	Физика защиты	з	3	108	44							X				
Б1.Б.27	Технология и оборудование АЭС	Э	3	108	32							X				
Б1.Б.28	Динамика ядерных реакторов	з	2	72	48							X				
Б1.Б.29	Физическая культура	з	2	72	30	X	X	X	X							
<b>Б1.Д(М).В</b>	<b>Вариативная часть Блока 1</b>			<b>115</b>	<b>4468</b>	<b>2082</b>										
Б1.Д.В.1	Химия	з, Э	6	216	124	X	X									
Б1.Д.В.2	Экология	з	2	72	45						X					
Б1.Д.В.3	Основы дозиметрии	з	2	72	32							X				
Б1.Д.В.4	Право	з	3	108	24									X		
Б1.Д.В.5	Экономика	з	3	108	48	X										
Б1.Д.В.6	Основы информационной техники	з	3	108	64							X				
Б1.Д.В.7	Аппаратура контроля радиационной безопасности	з	3	108	45								X			

Б1.Д.В.8	Управление и безопасность эксплуатации ядерных энергетических установок	Э	5	180	64												X	
Б1.Д.В.9	Радиационный контроль на АЭС	Э	5	180	48													X
Б1.Д.В.10	Метрология, стандартизация и сертификация	з	2	72	24								X					
Б1.Д.В.11	Элективные курсы по физической культуре	з	0	328	328	X	X	X	X	X	X							
Б1.Д.В.12	Вузовские дисциплины		81	2916	1236													
<b>Б2.П</b>	<b>Блок 2 «Практика»</b>		<b>40</b>	<b>1440</b>	<b>256</b>													
<b>Б2.П.Б</b>	<b>Базовая часть Блока 2</b>		<b>28</b>	<b>1008</b>	<b>204</b>													
Б2.П.Б1	Производственная практика (научно-исследовательская работа)	зо	7	252	186								X	X	X	X		
Б2.П.Б2	Производственная практика (преддипломная)	зо	21	756	18													X
<b>Б2.П.В</b>	<b>Вариативная часть Блока 2</b>		<b>12</b>	<b>432</b>	<b>52</b>													
Б2.П.В.1	Учебная практика (...)	з	3	108	36						X							
Б2.П.В.2	Производственная практика (.....)	зо	9	324	16													X
<b>Б3.ГИА</b>	<b>Блок 3 «Государственная итоговая аттестация»</b>		<b>9</b>	<b>324</b>														
<b>Б3</b>	<b>Выпускная квалификационная работа</b>		6	216														X
	<b>Государственный экзамен</b>		3	108														X
	<b>ВСЕГО</b>		<b>330</b>	<b>12208</b>	<b>5661</b>													

\* – количество недель определяет разработчик ПООП.

Форма примерного календарного учебного графика представлена в таблице 5.2.



Сводные данные по бюджету времени (в неделях)

Курс	Б1	Б2	Э	К	Д	Всего
I	35		7	10		52
II	35		7	10		52
III	35	2	7	8		52
IV	35		7	10		52
V	31	6	5	10		52
VI		14		6	6	26
ИТОГО	171	22	33	54	6	286

В табл. 5.3 приведен пример более подробного учебного плана по данному направлению подготовки, который стал основой для формирования других таблиц настоящего ПООП: табл. 4.3; 4.4; 4.5; 4.6; табл. ЗУВ и табл. Перечня рабочих программ.

Таблица 5.3

Примерный учебный план  
14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг  
(код и наименование направления подготовки)

**специалитет**  
(уровень высшего образования)

Индекс	Наименование	Форма промежуточной аттестации	Грудоемкость з.е.	Примерное распределение по семестрам											
				1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й	11-й	12-й
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>С1</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>														
<b>С1.Д(М)</b>	<b>Базовая часть Блока 1</b>		<b>217</b>												
<b>С1-ГМ</b>	<b>Гуманитарный модуль</b>		<b>49</b>												
<b>С1-ГМ.Б</b>	<b>Базовая часть С1-ГМ</b>		<b>43</b>												
Б.1	Иностранный язык	З, Э	11	X	X	X	X								
Б.2	История	З	2		X										
Б.3	Философия	Э	3				X								
Б.4	Экономика и управление в промышленности на основе инновационных подходов к управлению конкурентоспособностью	З	3	X											
Б.5	Право	З	3									X			
Б.6	Информационная безопасность	З	3										X		
Б.7	Менеджмент и маркетинг	З	3										X		
Б.8	Культурология	З	2			X									
Б.9	Экономика проектирования и конструирования в атомной отрасли	З	2							X					
Б.10	Русский язык и культура речи	З	3								X				
Б.11	Основы профессиональной коммуникации на иностранном языке	З, Э	6						X	X	X				
Б.12	Основы гуманитарного знания	З	2		X										

<b>С1-ГМ.В</b>	<b>Вариативная часть С1-ГМ</b>		6												
<b>С1-ЕНМ</b>	<b>Естественнонаучный модуль</b>		103												
<b>С1-ЕНМ.Б</b>	<b>Базовая часть С1-ЕНМ</b>		103												
Б.1	Математический анализ	Э	12	X	X										
Б.2	Векторный и тензорный анализ	Э	6			X									
Б.3	Аналитическая геометрия	Э	4	X											
Б.4	Линейная алгебра	Э	3		X										
Б.5	Обыкновенные дифференциальные уравнения	Э	5			X									
Б.6	Дифференциальные и интегральные уравнения	Э	4				X								
Б.7	Теория вероятностей и математическая статистика	З	2				X								
Б.8	Уравнения математической физики	Э	7					X	X						
Б.9	Общая физика (механика)	Э	6	X											
Б.10	Общая физика (молекулярная физика и основы статистической термодинамики)	Э	6		X										
Б.11	Общая физика (электричество и магнетизм)	Э	6			X									
Б.12	Общая физика (волны и оптика)	Э	5				X								
Б.13	Атомная физика	Э	4					X							
Б.14	Ядерная физика	Э	3						X						
Б.15	Информатика	Э	6	X	X										
Б.16	Химия	З, Э	6	X	X										
Б.17	Экология	З	2						X						
Б.18	Теоретическая механика	Э	4				X								
Б.19	Теория функций комплексного переменного	З	3												
Б.20	Квантовая механика	Э	4					X							
Б.21	Дискретная математика	З	2						X						
Б.22	Статистическая физика	Э	3						X						

<b>С1-ОПМ</b>	<b>Общепрофессиональный модуль</b>		68												
<b>С1-ОПМ.Б</b>	<b>Базовая часть С1-ОПМ</b>		52												
Б.1	Инженерная компьютерная графика	3	6		X	X									
Б.2	Сопротивление материалов	Э	4			X									
Б.3	Теоретические основы электротехники	3	3				X								
Б.4	Детали машин и основы конструирования	3	2				X								
Б.5	Метрология, стандартизация и сертификация	3	3							X					
Б.6	Безопасность жизнедеятельности	3	3								X				
Б.7	Физика ядерных реакторов	3	2					X							
Б.8	Техническая термодинамика	3	3				X								
Б.9	Основы тепломассообмена	3	2					X							
Б.10	Гидродинамика	Э	3							X					
Б.11	Динамика ядерных реакторов	3	2							X					
Б.12	Физика защиты	3	3							X					
Б.13	Основы электроники	3	2				X								
Б.14	Основы автоматики	3	3					X							
Б.15	Теория переноса нейтронов	3	3					X							
Б.16	Материаловедение (материалы ядерных реакторов)	3	2							X					
Б.17	Теория поля	Э	4				X								
Б.18	Основы дозиметрии	3	2							X					
<b>С1-ОПМ.В</b>	<b>Вариативная часть С1- ОПМ</b>		16												
<b>С1-ПМ</b>	<b>Профессиональный модуль</b>		59												
<b>С1-ПМ.Б</b>	<b>Базовая часть С1-ПМ</b>		19												
Б.1	Технология и оборудование АЭС (АЭС: типы, оборудование, технологии, эксплуатация)	Э	3							X					
Б.2	Управление и безопасность эксплуатации ядерных энергетических	Э	5									X			

	установок																
Б.3	Радиационный контроль на АЭС	Э	5											X			
Б.4	Аппаратура контроля радиационной безопасности	3	3								X						
Б.5	Основы информационной техники	3	3							X							
<b>С1-ПМ.В</b>	<b>Вариативная часть С1-ПМ</b>		40														
<b>С2-НИР</b>	<b>Блок 2 «Практика»</b>																
<b>С2-НИР.Б</b>	<b>Базовая часть Блока 2</b>																
Б.1	Производственная практика (научно-исследовательская работа)	3	5								X	X					
Б.2	Производственная практика (научно-исследовательская работа на базовых предприятиях)	3	2										X				
	Учебная (ПППУиН)		3						X								
	Производственная (технологическая)		9										X				
	Производственная (преддипломная)		21												X		
<b>БЗ.ГИА</b>	<b>Блок 3 «Государственная итоговая аттестация»</b>		<b>9</b>														
	Выпускная квалификационная работа		7,5														X
	Государственный экзамен		1,5														X
	<b>ВСЕГО</b>		<b>330</b>														

\* – количество недель определяет разработчик ПООП.

На усмотрение ФУМО примерный учебный план может быть представлен в виде

- *примерного учебного плана по образовательной программе;*
- *примерного учебного плана обязательной части образовательной программы и методических рекомендаций по формированию части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений;*
- *нескольких примеров учебных планов.*

*Примерный учебный план может быть дополнен методическими рекомендациями по проектированию учебного плана ОПОП.*

*Формат представления календарного учебного графика – на усмотрение ФУМО.*

#### 5.4. Примерные рабочие программы дисциплин (модулей) и практик<sup>21</sup>

*Перечень рабочих программ дисциплин (модулей) и практик, а также формат их представления – на усмотрение ФУМО.*

Индекс	Наименование, цель и аннотация дисциплины (модуля) и практик	Краткое содержание дисциплины (модуля) и практик	Реализуемые компетенции	Объем, з.е.
<b>С1-ГМ.Б1</b>	<b>Иностранный язык</b> Цель освоения дисциплины “Иностранный язык” – овладение иностранным языком как средством устного и письменного общения в рамках конкретной специальности. Показателем готовности будущего специалиста к саморазвитию в инфокоммуникационной среде является уровень сформированности трёх компетенций. К их числу относятся: 1) иноязычная профессиональная коммуникативная компетенция, включающая в себя информационно-коммуникационный компо-	Целью освоения учебной дисциплины «Иностранный язык» является повышение уровня владения иностранным языком, достигнутого на предыдущей ступени образования, и овладение необходимым и достаточным уровнем коммуникативной компетенции для решения социально-коммуникативных задач в бытовой, культурной и профессиональной областях. Итоговым приоритетом является приобретение набора необходимых компетенций и навыков владения иноязычной речью для реализации	Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала. Готовность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности.	11

<sup>21</sup> Учебные практики могут входить в состав крупных образовательных модулей

нент; 2) иноязычная профессиональная межкультурная компетенция (способность справляться с чувством неуверенности в “глобальных” ситуациях, проявлять толерантность в контактах с представителями других национальных общностей); 3) иноязычная профессиональная рефлексивная компетенция как особенная необходимость повышать свой профессиональный уровень в течение всей жизни.

В процессе изучения дисциплины ставятся задачи:

Подготовка квалифицированных специалистов, знающих различные аспекты английского языка и умеющих адекватно использовать его с учетом национально-культурной специфики речевого поведения населения англо-говорящих стран в жизненно важных ситуациях общения. В зависимости от семестра задачи усложняются.

В целом, формированию профессиональных иноязычных компетенций способствуют Интернет сайты, учебники и учебные пособия по ИЯ, картины и видеофильмы, вовлекающие студентов в мир делового общения и общения в области науки.

профессиональной и научной деятельности на иностранном языке, а также для дальнейшего самообразования, поскольку самостоятельность обучающихся в рамках компетентностного подхода является одним из самых значимых качеств личности.

Для достижения поставленной цели при изучении дисциплины решаются следующие задачи:

1 расширение словарного запаса и формирование терминологического аппарата на английском языке в пределах профессиональной сферы;

2 развитие у студентов умения самостоятельно приобретать знания для осуществления бытовой и профессиональной коммуникации на английском языке – повышение уровня учебной автономии, способности к самообразованию, к работе с мультимедийными программами, электронными словарями, иноязычными ресурсами сети Интернет;

3 развитие умений воспринимать на слух и читать оригинальные научные тексты с разной степенью понимания их содержания, умений самостоятельно работать со специальной литературой на английском языке;

4 формирование социокультурной компетенции и поведенческих стереотипов, необходимых для успешной адаптации выпускников на рынке труда.

Раздел I. Основные этапы развития российской государственности в эпоху средневековья (VI-XVII вв.)

Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу. 2

**С1-ГМ.Б2**

**История**

Цель курса. Дать понимание основных закономерностей и особенностей исторического

процесса, основных этапов и содержания отечественной истории, овладеть теоретически-ми основами и методологией ее изучения.

Дисциплина «История Отечества» способствует формированию основных общекультурных компетенций, направленных на овладение культурой мышления, способностью к анализу и синтезу.

Курс истории предшествует изучению философии и формирует у студента основы логического мышления, умения выявлять закономерности и особенности исторического процесса, причинно-следственные связи, закладывает основы мировоззрения и формирует гражданскую позицию,

Базовые «входные» знания, которыми должен обладать студент после изучения школьного курса истории представляют собой знание основных событий и фактов Отечественной истории. Это является базой для дальнейшего углубленного изучения истории, понимания закономерностей и причинно-следственных связей, выработки умения анализировать факты и прогнозировать развитие исторической ситуации на будущее. В курсе "История Отечества" анализируются исторические события политического, социально-экономического и культурного развития России со времени образования государства до начала XXI века. В рамках концепции проблемно-хронологического освещения исторического процесса приоритетное значение имеет анализ главных факторов, предпосылок эволюции государства, складывания институ-

Раздел II. Основные подходы самодержавия и общества к модернизации страны (XVII - сер. XIX. вв.)

Раздел III. Российская империя в эпоху буржуазных реформ и революций

Раздел IV. XX - XXI вв.

Задачи курса:

- выявить актуальные проблемы исторического развития России;

- на примерах из различных эпох показать органическую взаимосвязь российской и мировой истории. В этом контексте проанализировать общее и особенное в отечественной истории, что позволит определить место российской цивилизации во всемирно-историческом процессе;

- показать место истории в обществе, формирование и эволюцию исторических понятий и категорий;

- проанализировать те изменения в исторических представлениях, которые произошли в России в последнее время; осознать историческое место и выбор пути развития России на современном этапе;

- сформировать основные общекультурные компетенции, направленные на овладение культурой мышления, способностью логически мыслить, анализировать, обобщать и оценивать исторические события и процессы.

Способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции.

Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.

тов власти, их трансформация в различные исторические периоды. Рассмотрение объективных и субъективных факторов процесса политического развития увязано с аккумулярованием фактологического материала, исторической конкретики, фактов, событий нашего прошлого, а также с определением роли личности в истории.

## С1-ГМ.БЗ

### Философия

Целями освоения учебной дисциплины «Философия» являются развитие у студентов интереса к фундаментальным знаниям, понимание содержания основных мировоззренческих и методологических проблем современной науки. Курс призван стимулировать потребности студентов к философским оценкам фактов действительности, к выработке навыков непредвзятой, многомерной оценки философских и научных течений, направлений и школ. Конечной целью освоения дисциплины является приобщение студентов к достижениям мировой и отечественной философской мысли, знакомство с основными этапами истории философии, формирование и совершенствование культуры мышления, критического подхода к историческим, идеологическим, политическим стереотипам.

Дисциплина направлена на формирование у учащихся философской культуры, представлений о философии как особом способе познания и духовного освоения мира, понимания роли философии в культуре, жизни общества и человека. Курс предполагает активную самостоятельную работу студентов:

### Темы занятий:

Возникновение философии и науки. Философия и наука, общее и различное. Первые философские школы.

Проблемы бытия. Открытие человека – софисты и Сократ. Античная диалектика как форма мысли. Вопросы общества и государства.

Ранехристианская философия патристика и схоластика. Номинализм и реализм. Гуманизм и социальные теории Ренессанса.

Западноевропейская философия нового времени: становление методов научного познания. Проблема достоверности знаний. Эмпиризм (Ф.Бэкон) и рационализм (Р. Декарт). Кризис эмпиризма.

Классический немецкий идеализм: априоризм (И.Кант) – обоснование всеобщего характера научного знания. Диалектическая логика Гегеля. Марксистская материалистическая диалектика.

Современная западная философия. Философия позитивизма и постпозитивизма. Иррационалистическая направленность философии: экзистенциализм и философия жизни.

Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.

Способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции.

Способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции.

Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.

3

## С1-ГМ.Б4

написание эссе и реферата, создание творческих проектов, а также различные виды аудиторной работы: дискуссии, эвристические беседы, обсуждение репродуктивных и проблемных вопросов.

### **Экономика и управление в промышленности на основе инновационных подходов к управлению конкурентоспособностью**

Целями освоения учебной дисциплины «ЭКОНОМИКА» являются:

- дать представление о теоретических основах функционирования рыночной экономики и о возможности их практической реализации;
- рассмотреть экономические основы функционирования экономики современной России;
- познакомить со спецификой экономического моделирования и анализа;
- рассмотреть экономические основы процесса производства;
- раскрыть содержание базовых терминов и понятий, используемых при изучении других экономических дисциплин;
- создать основу для использования в познавательной и профессиональной деятельности базовых знаний в области экономических наук, для понимания причинно-следственных связей развития российского общества.

Учебная дисциплина «Экономика» формирует в процессе обучения у студента способности использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области гуманитарных и экономических

Русская философия: формирование и основные периоды развития. Русская религиозная философия и ее основные направления (В.Соловьев, Н.Бердяев, Н.Федоров). Проблематика русской философской мысли.

Темы занятий:

Введение в экономическую теорию.

Рынок. Спрос и предложение.

**РЫНОК. ЭЛАСТИЧНОСТЬ СПРОСА И ПРЕДЛОЖЕНИЯ. РОЛЬ ГОСУДАРСТВА В РЕГУЛИРОВАНИИ РЫНКА.**

**ИЗДЕРЖКИ ПРОИЗВОДСТВА.**

Структура рынка и конкурентная стратегия. **РЫНКИ ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВА**

Государство в смешанной экономике.

Введение в макроэкономический анализ.

**МОДЕЛИ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ: СОВОКУПНЫЙ СПРОС И СОВОКУПНОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ**

**МОДЕЛИ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ:**Равновесный объем производства в кейнсианской модели.

**ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ И МАКРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ НЕСТАБИЛЬНОСТЬ**

**ДЕНЬГИ, БАНКОВСКАЯ СИСТЕМА СТРАНЫ, МОНЕТАРНАЯ** и Денежно-кредитная **ПОЛИТИКА.**

**НАЛОГИ. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ БЮДЖЕТ.** Бюджетно-налоговая и **ФИСКАЛЬНАЯ ПОЛИТИКА.**

Экономический рост.

Международные экономические отношения и экономическая теория.

Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.

Способность использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности.

ПК-13; ПК-15.

3

наук. Изучение экономики позволяет овладеть культурой мышления, помогает сформировать способность студентов к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения на новом качественном уровне.

## С1-ГМ.Б5

### Право

Целью учебной дисциплины является обеспечение фундаментальными знаниями в области основных отраслей российского права. Задачи: иметь представление о роли права и о его значении по обеспечению стабилизации и упорядочению общественных отношений в стране; обладать навыками применения полученных фундаментальных знаний в области современного российского права в практической деятельности.

Главные задачи, стоящие перед студентами при изучении данного цикла, состоят в усвоении базовых, фундаментальных понятий и категорий юридической науки, выработке глубокого понимания закономерностей процесса развития государства и права, формировании навыков и умений правильно систематизировать государственно-правовые явления и применять на практике приобретенные знания. Курс теории государства и права включает темы, раскрывающие прежде всего фундаментальные понятия из области этих двух взаимосвязанных предметов: основные характеристики и понятия права и государства, соотношение личности, права и государства, правовые системы современности, основные институты и механизмы государства

### Особенности переходной экономики России. РОЛЬ РОССИИ НА МИРОВОМ АТОМНОМ РЫНКЕ

Тема 1. Происхождение, понятие, признаки, сущность и типология государства.

Тема 2. Функции, механизм и форма государства.

Тема 3. Государство, общество, личность.

Тема 4. Происхождение, понятие, сущность и признаки права. Система права.

Тема 5. Норма права и источники (формы) права.

Тема 6. Реализация права и правоотношения.

Тема 7. Правонарушение и юридическая ответственность. Правовая культура и правовое сознание.

Тема 8. Этапы конституционного развития России, понятие, сущность, свойства и структура Конституции РФ, ее источники.

Тема 9. Основы конституционного строя РФ.

Тема 10. Права и свободы человека и гражданина в РФ.

Тема 11. Система разделения властей в РФ.

Тема 12. Гражданское право в системе права РФ, его структура, источники и особенности гражданско-правовых отношений.

Субъекты гражданско-правовых отношений.

Тема 13. Содержание, основания возникно-

Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.

Способность использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности.

Готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения.

3

и права. Усвоение основных государственно-правовых категорий служит важнейшей предпосылкой овладения студентами категориями и понятиями, рассматриваемыми отраслевыми юридическими науками. Он рассчитан, прежде всего, на студентов, специализирующихся на проблемах управления, эффективность которого обусловлена фундаментальной опорой на законодательство и использование методов правового регулирования в воздействии на социальные процессы.

вения и прекращения права собственности, способы его защиты. Сделки и обязательства в гражданско-правовых отношениях. Гражданское правонарушение и юридическая ответственность.

Тема 14. Административное право в системе права РФ, его структура особенности и виды административных правоотношений; источники административного права. Субъекты административных правоотношений. Тема 15. Административное правонарушение и юридическая ответственность.

Тема 1. История и современные проблемы информационной безопасности.

Тема 2. Уязвимость информации.

Тема 3. Защита информации от несанкционированного доступа.

Тема 4. Криптографические методы защиты информации.

Тема 5. Программы -вирусы и основы борьбы с ними.

Тема 6. Защита информации от утечки по техническим каналам.

Тема 7. Организационно-правовое обеспечение безопасности информации.

Тема 8. Гуманитарные проблемы информационной безопасности.

Тема 9. Комплексная система защиты информации.

Способность решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.

Способностью использовать информационные технологии при разработке новых установок, материалов, приборов и систем, готовностью осуществлять сбор, анализ и подготовку исходных данных для информационных систем проектов ЯЭУ и их компонентов.

## **С1-ГМ.Б6**

### **Информационная безопасность**

Целями освоения учебной дисциплины «Информационная безопасность» являются усвоение студентами основных положений Доктрины информационной безопасности Российской Федерации, Стратегии развития информационного общества в России, представления о предметной области комплекса наук о безопасности, качественных и количественных методах описания жизненно важных интересов личности, общества и государства, множества угроз безопасности, получение студентами знаний общих вопросов обеспечения безопасности информации в автоматизированных системах, ознакомление с основными понятиями и терминологией в области защиты данных и программ в компьютерах и компьютерных сетях, основными проблемами обеспечения безопасности информации, методами их решения, современными научными направлениями, связанными с решением этих проблем, воспитание в будущих

<b>С1-ГМ.Б7</b>	<p>специалистах правового сознания и морально-этических качеств, отвечающих требованиям этики в сфере информационных технологий.</p> <p><b>Менеджмент и маркетинг</b></p> <p>Целью курса является формирование научно-методической базы студента в области менеджмента и маркетинга, подготовке его к использованию методов менеджмента и маркетинга в практической деятельности. Курс раскрывает предмет и историю менеджмента и маркетинга, вопросы организационного управления, стратегического планирования, коммуникаций, инновационного менеджмента. Рассматриваются элементы проектного менеджмента, включая финансовый анализ проекта.</p> <p>Для успешного овладения курсом студент должен знать основы положения экономической теории и математического анализа.</p>	<p>Темы занятий:</p> <p>Вводная лекция.</p> <p>Цели и функции менеджмента.</p> <p>Управленческие решения.</p> <p>Управление персоналом.</p> <p>Инновационный менеджмент.</p> <p>Понятие маркетинга.</p> <p>Модели поведения потребителя.</p> <p>Понятие товара.</p> <p>Сегментирование.</p> <p>Себестоимость.</p> <p>Ценообразование.</p> <p>Коммуникации.</p>	<p>ПК-1</p> <p>Готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия. 3</p> <p>Способность формулировать цели проекта, выбирать критерии и показатели, выявлять приоритеты решения задач.</p> <p>Способность осуществлять и анализировать исследовательскую и технологическую деятельность как объект управления. ПК-4; ПК-15.</p>
<b>С1-ГМ.Б8</b>	<p><b>Культурология</b></p> <p>Целью преподавания культурологии является реализация требований, установленных в Федеральном государственном образовательном стандарте высшего образования (ФГОС ВО). Речь, прежде всего, идёт о формировании социокультурной компетентности будущих специалистов, а так же усилении их теоретической, методологической и методической подготовки, формировании практических навыков в области культуры управления,</p>	<p>Темы занятий:</p> <p>Культурология как наука.</p> <p>Сущность и функции культуры.</p> <p>Подсистемы и основные элементы культуры.</p> <p>Историческая типология культуры.</p> <p>Элективный курс.</p>	<p>Способность использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности. 2</p> <p>Готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения.</p>

общения, быта, образования, производства; воспитание у них деловых качеств, благородных ценностей и ценностных ориентаций. Культурология должна способствовать подготовке не только классных профессионалов, но и достойных граждан-патриотов, радеющих об отечественной науке, производстве, обороне и социальной сфере.

#### **С1-ГМ.Б9**

##### **Экономика проектирования и конструирования в атомной отрасли**

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- дать представление о теоретических основах функционирования рыночной экономики и о возможности их практической реализации;
- рассмотреть экономические основы функционирования экономики современной России;
- познакомить со спецификой экономического моделирования и анализа;
- рассмотреть экономические основы процесса производства;
- создать основу для использования в познавательной и профессиональной деятельности базовых знаний в области экономических наук, для понимания причинно-следственных связей развития российского общества.

#### **С1-ГМ.Б10**

##### **Русский язык и культура речи**

Целями освоения учебной дисциплины «Русский язык и культура речи» являются:

- 1) подготовка специалиста в научной и деловой сфере общения;
- 2) формирование общекультурных компе-

Темы занятий:

Введение в экономическую теорию.

Рынок. Спрос и предложение.

Издержки производства.

Структура рынка и конкурентная стратегия.

Государство в смешанной экономике.

Введение в макроэкономический анализ.

Совокупный спрос и совокупное предложение.

Равновесный объем производства в кейнсианской модели.

Макроэкономическая нестабильность.

Деньги. Денежно-кредитная политика.

Налоги. Бюджетно-налоговая политика.

Экономический рост.

Международные экономические отношения и экономическая теория.

Роль России на мировом атомном рынке.

Тема 1. Предмет «Культура речи».

Тема 2. Литературный язык и нелитературные разновидности русского языка.

Тема 3. Орфоэпические нормы современного русского литературного языка.

Тема 4. Акцентологические нормы со-

Способность использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности.

Готовность к проведению предварительного технико-экономического обоснования проектных расчетов в области проектирования ядерных энергетических установок.

Готовность подготовить исходные данные для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа существующих и проектируемых ЯЭУ

ПК-15

Способность формулировать свои мысли, владеть навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, презентации, доносить до

2

3

тенций, определяющих готовность к практическому владению современным русским литературным языком в разных сферах его функционирования, в его устной и письменной разновидностях;

3) расширение социально-гуманитарного кругозора, овладение коммуникативным, познавательным и эстетическим потенциалом русского языка;

4) формирование языковой, коммуникативной (речевой) компетенциями с акцентом на языковые компетенции.

В курсе «Русский язык и культура речи» изучаются орфоэпические, акцентологические, лексические, морфологические, синтаксические и стилистические нормы современного русского литературного языка. На лекционных занятиях освещается история формирования всех типов норм и анализируется их современное состояние.

В предлагаемом учебном курсе также рассматриваются и анализируются такие понятия, как «норма», «правильность», «чистота», «богатство», «выразительность» и «логичность» речи.

**С1-ГМ.Б11**

### **Основы профессиональной коммуникации на иностранном языке**

Целью освоения учебной дисциплины «Основы профессиональной коммуникации на иностранном языке» является повышение исходного уровня владения иностранным языком, достигнутого на предыдущей ступени образования, а также овладение студента-

временного русского литературного языка.

Тема 5. Лексические нормы современного русского языка.

Тема 6. Нарушение лексических норм.

Тема 7. Грамматические нормы современного русского литературного языка.

Тема 8. Грамматические нормы современного русского языка.

Тема 9. Функциональные стили речи.

Тема 10. Особенности научного стиля речи.

Тема 11. Собственно научный и учебно-научный язык с точки зрения образа его адресата.

Тема 12. Вторичные научные тексты.

специалистов и неспециалистов информацию, проблемы и пути их решения.

Готовность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности.

Для достижения поставленной цели при изучении дисциплины решаются следующие задачи:

1. расширение словарного запаса и формирование терминологического аппарата на английском языке в пределах профессиональной сферы;
2. развитие у студентов умения самостоятельно приобретать знания для осу-

Готовность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности.

6

ми необходимым уровнем иноязычной коммуникативной компетенции для решения социально-коммуникативных задач в бытовой, культурной и профессиональной и научной деятельности, при общении с зарубежными партнерами и для дальнейшего самообразования. Итоговым приоритетом является приобретение набора необходимых компетенций и навыков владения иноязычной речью для реализации профессиональной и научной деятельности на иностранном языке, а также для дальнейшего самообразования, поскольку самостоятельность обучающихся в рамках компетентностного подхода является одним из самых значимых качеств личности.

ществления бытовой и профессиональной коммуникации на английском языке – повышение уровня учебной автономии, способности к самообразованию, к работе с мультимедийными программами, электронными словарями, иноязычными ресурсами сети Интернет;

3. развитие умений воспринимать на слух и читать оригинальные научные тексты с разной степенью понимания их содержания, умений самостоятельно работать со специальной литературой на английском языке;
4. формирование социокультурной компетенции и поведенческих стереотипов, необходимых для успешной адаптации выпускников на рынке труда.

**C1-ГМ.Б12**

**Основы гуманитарного знания**

2

**C1-ЕНМ.Б1**

**Математический анализ**

Целями освоения учебной дисциплины математический анализ являются: обучение базовым разделам теории функции действительного переменного и смежных разделов математики. В том числе: дифференциальное и интегральное исчисление, векторный анализ, теория поля, элементы тензорного исчисления. Изучение этих дисциплин, в свою очередь, создает основы для изучения физических курсов по целому ряду направлений, закладывает основы математической культуры и тем самым создает фундаментальную базу для получения полноценного естественнонаучного образования.

Темы занятий:

Предмет математики.

Последовательность и её предел.

Предел функции в точке. Непрерывность функции в точке.

Точки разрыва функции и их классификация.

Понятие равномерной непрерывности функции.

Производные и дифференциалы высших порядков.

Первообразная функция и неопределённый интеграл.

Свойства определённого интеграла.

Несобственные интегралы. Сходимость.

Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.

Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.

12

<b>С1-ЕНМ.Б2</b>	<p><b>Векторный и тензорный анализ</b></p> <p>Целью освоения учебной дисциплины «Математика: математический анализ (кратные интегралы, ряды, векторный и тензорный анализ)» является создание основы для получения полноценного естественнонаучного образования. Результаты освоения данной учебной дисциплины тесно связаны со всеми изучаемыми в дальнейшем курсами математики. Для её изучения необходимо владеть разделами высшей математики «Математический анализ (дифференциальное и интегральное исчисление; функции нескольких переменных)». Освоение курса «Математика: математический анализ (кратные интегралы, ряды, векторный и тензорный анализ)» является необходимым для всех последующих физико-математических и технических курсов. Данная дисциплина является основообразующей для инженерно-технического (естественнонаучного) образования.</p>	<p>Простейшие признаки сходимости.  Понятие дифференцируемой функции и полного дифференциала.  Темы занятий:  Кратные интегралы.  Криволинейные и поверхностные интегралы.  Поверхностный интеграл первого рода и его свойства. Вычисление поверхностного интеграла первого рода.  Скалярное поле. Градиент и его свойства. Дивергенция и её свойства. Ротор и его свойства.  Понятие числового ряда. Сходящийся ряд, его сумма.  Пространство кусочно-непрерывных функций с квадратичной метрикой. Ортогональные системы функций.  Интеграл Фурье и преобразование Фурье.</p>	<p>Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.  Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.</p>	6
<b>С1-ЕНМ.Б3</b>	<p><b>Аналитическая геометрия</b></p> <p>Целью освоения учебной дисциплины АНАЛИТИЧЕСКАЯ ГЕОМЕТРИЯ является создание основы для получения полноценного естественнонаучного образования. Результаты освоения данной учебной дисциплины тесно связаны со всеми изучаемыми в дальнейшем курсами математики. Для её изучения необходимо владеть разделами элементарной математики в объеме средней школы.</p>	<p>Темы занятий:  Понятие вектора. Линейные операции над векторами.  Декартовы системы координат на плоскости и в пространстве. Полярные, цилиндрические и сферические координаты.  Прямая на плоскости. Прямая и плоскость в пространстве.  Эллипс, гипербола, парабола. Общее уравнение кривой второго порядка.</p>	<p>Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.  Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.</p>	4

<b>C1-ЕНМ.Б4</b>	<p>Освоение курса «Аналитическая геометрия» является необходимым для всех последующих физико-математических и технических курсов. Данная дисциплина является основообразующей для инженерно-технического (естественнонаучного) образования.</p> <p><b>Линейная алгебра</b></p> <p>Целью освоения учебной дисциплины Линейная алгебра является создание основы для получения полноценного естественнонаучного образования. Результаты освоения данной учебной дисциплины тесно связаны со всеми изучаемыми в дальнейшем курсами математики. Для её изучения необходимо владеть разделами высшей математики в объеме первого курса. Освоение курса «Линейная алгебра» является необходимым для всех последующих физико-математических и технических курсов. Данная дисциплина является основообразующей для инженерно-технического образования.</p>	<p>Эллипсоиды, гиперboloиды, параболоиды, конус и цилиндры второго порядка. Прямоугольные матрицы. Ранг матрицы.</p>	<p>Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.</p>	3
<b>C1-ЕНМ.Б5</b>	<p><b>Обыкновенные дифференциальные уравнения</b></p> <p>Целью освоения учебной дисциплины ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ является создание основы для получения полноценного естественнонаучного образования. Результаты освоения данной учебной дисциплины тесно связаны со всеми изучаемыми в дальнейшем курсами математики. Для её изучения необходимо владеть такими разделами высшей математики как аналитическая геометрия, линейная алгебра, математический анализ. Освоение курса «Дифференциальные</p>	<p>Темы занятий: Матрицы. Ранг матрицы. Системы линейных алгебраических уравнений. Линейные пространства. Линейные операторы в конечномерном линейном пространстве. Линейные, билинейные и квадратичные формы в действительном линейном пространстве. Евклидовы пространства. Операторы в евклидовом пространстве.</p> <p>Темы занятий: Основные понятия, относящиеся к дифференциальным уравнениям. Простейшие типы уравнений первого порядка. Дифференциальное уравнение <math>n</math>-го порядка. Линейное дифференциальное уравнение <math>n</math>-го порядка и линейный дифференциальный оператор <math>n</math>-го порядка. Основные понятия, относящиеся к системам обыкновенных дифференциальных уравнений. Нормальная система линейных дифференциальных уравнений. Интегралы, зависящие от параметра. Не-</p>	<p>Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу. Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.</p>	5

<b>С1-ЕНМ.Б6</b>	<p>уравнения» является необходимым для всех последующих физико-математических и технических курсов. Данная дисциплина является основообразующей для инженерно-технического образования.</p> <p><b>Дифференциальные и интегральные уравнения</b></p> <p>Целями освоения учебной дисциплины «Дифференциальные и интегральные уравнения» состоит в том, чтобы ввести студентов в круг понятий, представлений и методов, используемых в задачах нейтронной физики и физики реакторов, подготовить их к изучению физической теории реакторов, методов экспериментального и расчетного исследования нейтронных полей и их характеристик. Дисциплина входит в естественнонаучный модуль и формирует у студентов компетенции, освоение которых требует современного естественнонаучного мировоззрения и научного мышления.</p>	<p>собственные интегралы, зависящие от параметра, равномерная сходимость.</p> <p>Понятие о несобственных кратных интегралах и кратных интегралах, зависящих от параметра.</p> <p>Темы занятий:</p> <p>Понятие устойчивости решений систем обыкновенных дифференциальных уравнений.</p> <p>Первые интегралы системы обыкновенных дифференциальных уравнений.</p> <p>Метрические и линейные нормированные пространства.</p> <p>Ряды Фурье по ортогональным и ортонормированным системам. Интеграл Фурье.</p> <p>Линейные операторы в линейном нормированном пространстве. Линейные операторы в евклидовом пространстве.</p> <p>Классификация линейных интегральных уравнений.</p> <p>Неоднородные интегральные уравнения Фредгольма второго рода.</p> <p>Краевые задачи. Функция Грина линейной краевой задачи.</p>	<p>Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.</p> <p>Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.</p>	4
<b>С1-ЕНМ.Б7</b>	<p><b>Теория вероятностей и математическая статистика</b></p> <p>Целями освоения учебной дисциплины Теория вероятностей и математическая статистика является получение полноценного естественнонаучного образования.</p>	<p>Темы занятий:</p> <p>Стохастический эксперимент. Статистическая вероятность. Случайные события. Алгебра событий.</p> <p>Определение условной вероятности. Независимость событий.</p> <p>Определение случайной величины. Функция распределения и её свойства.</p> <p>Математическое ожидание, дисперсия и моменты случайных величин.</p>	<p>Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.</p> <p>Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.</p>	2

## С1-ЕНМ.Б8

### Уравнения математической физики

Целями освоения учебной дисциплины «Уравнения математической физики» являются:

овладение математическим аппаратом, применяемым для постановки и аналитического решения задач математической физики; приобретение знаний и практических навыков, необходимых для успешной научной, исследовательской и профессиональной деятельности в различных областях физики.

В курсе уравнений математической физики изучаются задачи для уравнений в частных производных, которые возникают в различных областях физики. Изложение курса начинается с рассмотрения нескольких физических процессов, приводящих к одним и тем же базовым математическим моделям. Этими базовыми моделями являются волновое уравнение, уравнение теплопроводности и диффузии, а также уравнения Лапласа и Пуассона.

Основная часть курса посвящена описанию математического аппарата, необходимого для решения различных задач для уравнений в частных производных. Именно, рассматриваются краевые задачи, смешанные (или начально-краевые) задачи, а также задача Коши. Для решения этих задач используются метод Фурье, метод функции Грина, метод потенциалов и др.

Характеристические функции и их свойства. Центральная предельная теорема.

Понятие выборки. Выборочный метод в статистике.

Тема 1. (начало). Математические модели физических процессов.

Тема 2 (начало). Задачи для волнового уравнения в неограниченных областях.

Тема 3 (начало). Метод Фурье.

Тема 2 (продолжение). Задачи для волнового уравнения в неограниченных областях.

Тема 1 (продолжение). Математические модели физических процессов.

Тема 3 (окончание). Метод Фурье.

Тема 4. Задачи для уравнения теплопроводности в неограниченных областях.

Тема 2 (окончание). Задачи для волнового уравнения в неограниченных областях.

Тема 5. Классификация дифференциальных уравнений в частных производных.

Тема 1 (окончание). Математические модели физических процессов.

Тема 6. Гармонические функции. Функция Грина задачи Дирихле для уравнения Пуассона.

Тема 7. Метод потенциалов.

Тема 8. Цилиндрические функции.

Тема 9. Классические ортогональные полиномы и сферические функции.

Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.

Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.

7

**С1-ЕНМ.Б9**

В заключительной части курса рассматриваются специальные функции, возникающие при решении задач для уравнений в частных производных. Излагается теория цилиндрических функций, классических ортогональных полиномов и сферических функций.

**Общая физика (механика)**

Дисциплина входит в естественнонаучный модуль и формирует у студентов компетенции, освоение которых требует современного естественнонаучного мировоззрения и научного мышления. В рамках данной дисциплины студенты приобретают навыки/умения работы с приборами и оборудованием.

Цели дисциплины:

- выработать у студентов диалектико-материалистическое понимание природы, сформировать научный метод мышления, воспитать инженерную интуицию,
- осветить мировоззренческие и методологические проблемы физики, отразить основные черты современной естественно - научной картины мира,
- показать важную роль современной физики в решении глобальных проблем человечества (энергетической, экологической и др.);
- подготовить студентов к изучению теоретических и специальных курсов физики.

Темы занятий:

Кинематика. Система отсчета. Материальная точка. Абсолютно твердое тело. Путь. Динамика материальной точки. Границы применимости ньютоновской механики. Виды взаимодействия. Фундаментальные силы. Законы взаимодействия. Законы сохранения. Силы внутренние и внешние. Замкнутая система. Интегралы движения. Связь между потенциальной энергией и силой. Условия равновесия механической системы. Полная механическая энергия системы частиц. Законы сохранения энергии и импульса. Соударение двух тел. Абсолютно неупругий удар. Абсолютно упругий центральный удар. Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции. Центробежная сила инерции. Механика твердого тела. Движение центра масс твердого тела. Момент импульса. Гироскопы. Гироскопический эффект. Прецессия гироскопа. Основы специальной теории относительности и релятивистская механика. Представление об общей теории относи-

Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.

Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.

Готовность использовать технические средства для измерения основных параметров объектов исследования, готовить данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.

ПК-3; ПК-4.

6

<b>С1-ЕНМ.Б10</b>	<b>Общая физика (молекулярная физика и основы статистической термодинамики)</b>	<p>тельности.</p> <p>Темы занятий:          Колебания. Затухающие колебания. Вынужденные колебания.          Атомно-молекулярное строение вещества. Элементы теории вероятности.          Статистическая физика и феноменологическая термодинамика.          Политропические процессы. Ван-дер-ваальсовский газ.          Распределение Максвелла. Распределение Больцмана.          Энтропия и второе начало термодинамики.          Кристаллическое состояние вещества. Жидкое состояние вещества.          Фазовые равновесия и превращения. Явления переноса.</p>	<p>Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.          Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.          Готовность использовать технические средства для измерения основных параметров объектов исследования, готовить данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.          ПК-3; ПК-4.</p>	6
<b>С1-ЕНМ.Б11</b>	<b>Общая физика (электричество и магнетизм)</b>	<p>Темы занятий:          Элементарный заряд. Закон сохранения электрического заряда. Точечный заряд. Поле системы зарядов.          Вектор электрического смещения (электрическая индукция). Диэлектрическая проницаемость. Энергия электрического поля.          Электрический ток. Сила и плотность тока. Циркуляция вектора. Ротор. Теорема Стокса. Магнитное поле.          Магнитная индукция. Сила Лоренца. Закон Ампера.          Замкнутый контур с током в магнитном поле. Явление электромагнитной индукции.          Энергия магнитного поля тока. Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла.</p>	<p>Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.          Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.          Готовность использовать технические средства для измерения основных параметров объектов исследования, готовить данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.          ПК-3; ПК-4.</p>	6

<b>С1-ЕНМ.Б12</b>	<b>Общая физика (волны и оптика)</b>	Плазма как состояние вещества.	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.	5
	<p>Цели дисциплины:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• выработать у студентов диалектико-материалистическое понимание природы, сформировать научный метод мышления, воспитать инженерную интуицию,</li> <li>• осветить мировоззренческие и методологические проблемы физики, отразить основные черты современной естественно - научной картины мира,</li> <li>• показать важную роль современной физики в решении глобальных проблем человечества (энергетической, экологической и др.);</li> <li>• подготовить студентов к изучению теоретических и специальных курсов физики.</li> </ul>	<p>Темы занятий:</p> <p>Упругие волны.</p> <p>Электромагнитные волны.</p> <p>Приближение геометрической оптики.</p> <p>Основные фотометрические величины.</p> <p>Явление интерференции электромагнитных волн.</p> <p>Дифракция света.</p> <p>Поляризация света.</p> <p>Дисперсия света.</p> <p>Поглощение света. Рассеяние света. Нелинейные оптические явления.</p>	<p>Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.</p> <p>Готовность использовать технические средства для измерения основных параметров объектов исследования, готовить данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.</p>	
<b>С1-ЕНМ.Б13</b>	<b>Атомная физика</b>	<p>Темы занятий:</p> <p>Тепловое излучение.</p> <p>Фотоны.</p> <p>Ядерная модель атома.</p> <p>Волновые свойства вещества.</p> <p>Элементы квантовой механики.</p> <p>Магнитный диполь. Контур с током в однородном и неоднородном магнитном поле.</p> <p>Результаты квантовой механики для атома водорода.</p> <p>Распределение электронов по энергетическим уровням в атоме.</p> <p>Спектры щелочных металлов.</p> <p>Характеристическое рентгеновское излучение.</p> <p>Магнитный момент атома.</p> <p>Лазеры.</p>	<p>Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.</p> <p>Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.</p> <p>Готовность использовать технические средства для измерения основных параметров объектов исследования, готовить данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.</p>	4
	<p>Цели дисциплины:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• выработать у студентов диалектико-материалистическое понимание природы, сформировать научный метод мышления, воспитать инженерную интуицию,</li> <li>• осветить мировоззренческие и методологические проблемы физики, отразить основные черты современной естественно - научной картины мира,</li> <li>• показать важную роль современной физики в решении глобальных проблем человечества (энергетической, экологической и др.);</li> <li>• изучение студентами основных понятий, определений и законов квантовой оптики, квантовой механики, атомной и ядерной физики;</li> <li>• формирование у студента способности при-</li> </ul>		ПК-3; ПК-4.	

менять знания, получаемые при изучении курса, к решению практически физических задач;

- получение основ профессиональных навыков проведения несложных физических экспериментов в учебных физических лабораториях;
- обучение студентов самостоятельной работе с учебной литературой;
- подготовить студентов к изучению теоретических и специальных курсов физики.

#### **С1-ЕНМ.Б14 Ядерная физика**

Изучаются классификация и свойства элементарных и фундаментальных частиц, типы взаимодействий в природе и их проявление в ядерных процессах (стабильность и радиоактивность ядер, физика ядерных реакций при низких энергиях, деление и синтез), свойства и модели ядер. А также ядерные процессы в окружающем мире: образование элементов в природе, ядерные реакторы и перспективы термоядерного синтеза (ядерная энергетика).

Теплоемкость кристаллов. Энергетические зоны в кристаллах.

Элементы физики атомного ядра.

Элементы физики элементарных частиц.

Темы занятий:

Основные концепции физики элементарных частиц.

Взаимодействие излучения с веществом.

Свойства и модели ядер.

Радиоактивность.

Ядерные реакции и ядерная энергетика.

Взаимодействие нейтронов с веществом.

Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.

Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.

Готовность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок. ПК-1.

3

#### **С1-ЕНМ.Б15 Информатика**

Целями освоения дисциплины являются обучение навыкам работы с персональным компьютером, обучение основным способам и методам программирования на императивном языке высокого уровня на примере языка С (стандарт ANSI), изучение методов составления алгоритмов.

Темы занятий:

1. Введение в язык С. Данные, операции, программы.

2. Логические выражения. Разветвляющиеся алгоритмы.

3. Циклические алгоритмы.

4. Работа с циклическими конструкциями.

5. Вычисления с плавающей точкой.

Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.

Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.

Способность решать за-

6

Освоение дисциплины предшествует изучению курсов и практикумов, которые требуют знаний, умений и навыков в области информатики и программирования, знакомства с основами информационных технологий.

6. Реализация вычислительных методов на компьютере.
7. Массивы и указатели.
8. Функции.
9. Функции: передача параметров.
10. Рекурсия.
10. Функции: работа с массивом.
11. Символы и строки. Работа с файлами.
12. Одномерный массив: работа с элементами.
13. Сортировка массива.
14. Усовершенствованные методы сортировки.
15. Многомерные массивы. Матрицы.
16. Структуры.

дачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.

Способность проводить математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований.

ПК-2

Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.

Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.

Готовность использовать технические средства для измерения основных параметров объектов исследования, готовить данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.

ПК-3; ПК-4; ПК-5.

Способность оценивать

6

2

#### **С1-ЕНМ.Б16 Химия**

Целями освоения учебной дисциплины «ХИМИЯ» являются углубление имеющихся представлений и получение новых знаний и умений в области химии, которые необходимы для формирования общекультурных и общепрофессиональных компетенций.

В программе рассматриваются электронная теория строения атома, основы теории химической связи, энергетика химических реакций, элементы химической термодинамики, химия элементов и их основных соединений, в том числе элементов атомной энергетики, методы выделения, очистки и идентификации веществ.

Темы занятий:

Химические системы. Строение атома и химическая связь.

Основные закономерности химических процессов.

Кислотно-основные системы. Равновесие в водных растворах.

Дисперсные системы, растворы.

Электрохимические системы.

Свойства s-, d- и f-элементов. Радиоактивность и радиохимия.

Химико-биологические системы.

Темы занятий:

#### **С1-ЕНМ.Б17 Экология**

Система экологического образования в высшей школе решает важнейшую задачу повышения общего культурного уровня студентов и выпускников ведущих вузов страны, понимания ими сложных проблем взаимодействия человека со средой его обитания и учета процессов неоднозначного воздействия научно-технического прогресса на состояние окружающей среды.

В курсе изучаются основы фундаментальной науки - экологии и вопросы охраны окружающей среды. Обсуждаются основные глобальные экологические проблемы человечества. Рассматриваются вопросы взаимодействия человека с окружающей средой на различных этапах развития общества, современные концепции устойчивого развития. Констатируется пространственно энергетическая экспансия человека в биосфере, и излагаются перспективы ресурсного обеспечения человечества в будущем. Приводятся перспективные направления экологических исследований.

Введение в науку. Глобальные проблемы экологии. Понятие экологической системы.

Энергия в экологических системах. Термодинамика биосферы.

Биогеохимические круговороты веществ.

Основы фундаментальной экологии. Типы экосистем. Основные принципы и концепции в экологии.

Математическое моделирование биосферных процессов. Модели динамики популяций. Простейшие основы демографии.

Загрязнение окружающей среды.

Ресурсное обеспечение существования человеческого сообщества. Итоги «Зеленой» революции.

Энергия и цивилизация. Роль, место и перспективы развития ядерной энергетики.

Радиационная экология.

Человек и биосфера. Глобальные экологические проблемы современности. Парниковый эффект.

Принципы охраны окружающей среды. Санитарно-гигиеническое и экологическое нормирование.

в своей профессиональной деятельности нарастающие противоречия между потребительскими запросами человеческого общества и масштабом и характером антропогенного воздействия на окружающую среду.

Понимание сложных проблем взаимодействия человека со средой его обитания и неоднозначности процессов воздействия научно-технического прогресса на состояние окружающей среды; осознание необходимости учета при принятии любых решений в практической деятельности их влияния на состояние среды обитания.

Обладание представлениями об экологической нагрузке на окружающую среду ядерных отраслей промышленности и сравнении ее с аналогичным влиянием других отраслей производственной деятельности человека.

ПК-11, ПСК-3.6.

Способность к абстрактному мышлению,

## **С1-ЕНМ.Б18 Теоретическая механика**

Цель данного курса – познакомить студен-

Темы занятий:

Число степеней свободы механической

4

тов с общими принципами и методами исследований различных механических задач, основанными на уравнениях Лагранжа. В результате работы над данным курсом студент должен овладеть основами лагранжевой механики, её терминологией, техникой и языком. Студент должен научиться теоретическому мышлению на новом уровне, включающем в себя применение полученных теоретических знаний к решению вычислительных задач механики. Указанный курс является важным как самостоятельно, так и как первый необходимый шаг для дальнейшего изучения других разделов теоретической физики.

системы, функция Лагранжа, уравнения Лагранжа, задачи на составление функции Лагранжа и уравнений движения.

Симметрии и законы сохранения.

Одномерное движение.

Движение в центральном поле: законы сохранения, уравнение траектории, общий анализ характера движения.

Кеплерова задача. Вектор Рунге-Ленца.

Упругие столкновения частиц.

Рассеяние частиц. Формула Резерфорда.

Малые колебания систем с одной и несколькими степенями свободы. Затухающие и нелинейные одномерные колебания.

Функция Гамильтона и уравнения Гамильтона. Задачи на составление функции Гамильтона и уравнений движения. Скобки Пуассона. Канонические преобразования. Уравнение Гамильтона-Якоби.

Темы занятий:

Система комплексных чисел и её графическое представление.

Начальные сведения о функциях комплексного переменного. Основные элементарные функции комплексного переменного. Понятие производной функции комплексного переменного.

Определение и общие свойства контурных интегралов в комплексной плоскости, формула Ньютона-Лейбница.

Теорема Тейлора. Обобщённые степенные ряды и теорема Лорана.

Принцип аргумента, теорема Руше, их приложения к отображающим свойствам

анализу, синтезу.

Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.

### **С1-ЕНМ.Б19 Теория функций комплексного переменного**

Целями освоения учебной дисциплины ТФКП являются обучение базовым разделам теории функции комплексного переменного.

Освоение данной учебной дисциплины связано с базовым курсом математического анализа в той его части, которая носит название «теория функции действительного переменного». Различные разделы курса имеют непосредственные выходы в прикладные области. В качестве примера таких областей можно назвать: гидро и аэродинамику, теорию комплексного потенциала, теорию электрических цепей. Для изучения ТФКП необ-

Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.

Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.

3

ходимо владеть многими разделами математического анализа, изучаемого в предыдущих семестрах.

Освоение курса «ТФКП» является необходимым для ряда последующих физико-математических и технических курсов. Данная дисциплина является основообразующей для инженерно-технического и естественно-научного образования.

**С1-ЕНМ.Б20**

### **Квантовая механика**

Курс нерелятивистской квантовой механики является частью фундаментального цикла основных разделов теоретической физики, изучаемых студентами НИЯУ МИФИ. Курс построен на основе классического учебника Л.Д. Ландау и Е.М. Лифшица и включает изложение, как принципов квантовой механики, так и значительного числа приложений. Изложение и объем материала рассчитаны на подготовку специалистов, занимающихся исследовательской работой в экспериментальной и теоретической физике.

Целью курса квантовой механики является ознакомление студентов с основными понятиями и принципами квантовой механики и ее математическим аппаратом. В результате усвоения курса студенты будут способны применять методы квантовой механики к исследованию простейших квантовых систем: атома водорода, ротатора, осциллятора и др., а также для решения простейших задач. Овладение квантовой механикой в таком объеме позволит студентам в будущем изучать другие разделы современной физики.

аналитических функций. Общие принципы конформных отображений.

Определение, общие свойства и приемы вычисления преобразования Лапласа, способы его обращения. Приложения операционного исчисления к решению дифференциальных уравнений.

Темы занятий:

Операторы и операции с ними. Волновая функция.

Гамильтониан. Оператор импульса. Представление Гейзенберга. Уравнение Шредингера.

Основные свойства уравнения Шредингера. Стационарные состояния. Волновой пакет. Соотношение неопределенности.

Одномерное движение. Потенциальная яма. Линейный гармонический осциллятор.

Момент импульса. Собственные значения и векторы. Сложение моментов.

Движение в центральном поле. Общие свойства. Разложение плоской волны по сферическим.

Атом водорода. Связанные состояния. Непрерывный спектр.

Спин. Матрицы Паули.

Возмущения, зависящие от времени. Соотношение неопределенности для энергии.

Водородоподобные уровни энергии. Периодическая система элементов.

Общая теория рассеяния. Формула Борна. Формула Резерфорда.

Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.

Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.

4

<b>С1-ЕНМ.Б21</b>	<p><b>Дискретная математика</b></p> <p>Дисциплина обеспечивает фундаментальную математическую подготовку студентов, ориентированную на применение компьютерных моделей в научной и профессиональной деятельности. Дисциплина также формирует механизм оценки количественных параметров дискретных моделей и конфигураций, способы описания, построения и исследования математических моделей на графах.</p>	<p>Темы занятий:</p> <p>Вводная лекция. Предмет комбинаторики.</p> <p>Виды выборок. Интерпретация комбинаторных операций.</p> <p>Теория графов.</p> <p>Операции над графами.</p> <p>Связность.</p> <p>Множества в графе.</p> <p>Группы.</p>	<p>Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.</p> <p>Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.</p>	2
<b>С1-ЕНМ.Б22</b>	<p><b>Статистическая физика</b></p> <p>Курс "Статистическая физика" является частью фундаментального цикла основных разделов теоретической физики, изучаемых студентами НИЯУ МИФИ. Курс построен на основе классического учебника Л.Д. Ландау и Е.М. Лифшица и включает изложение, как основных принципов статистической физики, так и значительного числа приложений. Изложение и объем материала рассчитан на подготовку специалистов, занимающихся исследовательской работой в экспериментальной и теоретической физике.</p> <p>Целью курса статистической физики является ознакомление студентов с основными понятиями и принципами физических свойств теоретического описания систем, состоящих из макроскопически большого числа частиц. Овладение курсом статистической физики в предлагаемом объеме необходимо для изучения всех последующих курсов теоретической физики, в первую очередь макроскопической электродинамики и физики твердого тела.</p>	<p>Темы занятий:</p> <p>Основные понятия статистической механики. Функция распределения и средние. Микроканоническое распределение.</p> <p>Распределение Гиббса и большое каноническое распределение. Основное термодинамическое тождество. Энтропия.</p> <p>Первое и второе начало термодинамики. Термодинамические неравенства. Цикл Карно.</p> <p>Идеальный классический газ. Статистика Больцмана. Теплоемкость газа двухатомных молекул.</p> <p>Распределение Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Температура вырождения. Сильно- и слабовырожденные идеальные квантовые газы.</p> <p>Ферми-газ при нулевой и низкой температуре. Бозе-газ при температуре ниже температуры вырождения. Бозе-конденсация.</p> <p>Теплоемкость твердых тел. Слабо неидеальная плазма. Газ Ван-дер-Ваальса. Равновесие фаз. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Критическая точка. Равновесие в</p>	<p>Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.</p> <p>Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.</p>	3

### **С1-ОПМ.Б1 Инженерная компьютерная графика**

Целями освоения учебной дисциплины являются: развитие пространственного представления и конструктивно-геометрического мышления, способности к анализу и синтезу пространственных форм и отношений на основе графических моделей пространства, практически реализуемых в виде чертежей; выработка знаний, умений и навыков, необходимых студентам для выполнения и чтения технических чертежей различного назначения, составления конструкторской и технической документации.

Изучение учебной дисциплины основывается на теоретических положениях начертательной геометрии и машиностроительного черчения, государственных стандартах ЕСКД, овладении основами работы в одном из графических пакетов САПР.

### **С1-ОПМ.Б2 Сопротивление материалов**

Рассматриваются алгоритмы расчетов на прочность сосудов давления, трубопроводов, стержневых систем, валов и балок по допускаемым напряжениям при статическом нагружении на основе анализа напряженно-деформированного состояния. Излагаются расчетные и экспериментальные методы, обеспечивающие выполнение прочностных расчетов. Для стержневых систем, валов и балок рассматриваются алгоритмы расчетов на жесткость, для чего излагаются различные методы расчета перемещений заданных точек анализируемых систем.

химических реакциях.

Темы занятий:

Предмет начертательной геометрии. Позиционные и метрические задачи. Основы образования изображений на чертежах. Многогранники. Основные правила оформления чертежей.

Кривые поверхности. Поверхности вращения. Пересечение поверхностей вращения с плоскостями частного положения.

Виды цилиндрических и конических сечений. Построение линии среза.

Взаимное пересечение кривых поверхностей.

Основные изображения по ЕСКД. Виды, разрезы, сечения.

Разъемные и неразъемные соединения

Темы занятий:

Введение. Задачи курса. Проблемы обеспечения прочности конструкций новой техники.

Деформация тела. Виды деформаций. Растяжение-сжатие прямолинейного стержня.

Теория напряженно-деформируемого состояния. Критерии прочности.

Кручение. Эпюра крутящих моментов.

Кручение прямого бруса.

Плоский изгиб прямого бруса.

Сложное нагружение прямолинейного стержня.

Готовность к разработке проектов узлов и элементов аппаратов и систем в соответствии с техническим заданием, с использованием средств автоматизации проектирования, к использованию в разработке технических проектов новых информационных технологий.

Готовность к разработке проектной и рабочей технической документации, к оформлению законченных проектно-конструкторских работ в области проектирования ЯЭУ.

ПК-7; ПК-14

Владение основами расчета на прочность элементов конструкций, механизмов и машин, подходами к обоснованному выбору способа обработки и соединения элементов энергетического оборудования.

Готовность к контролю соблюдения технологической дисциплины и обслуживанию технологического оборудования.

ПК-8; ПК-12.

Даются представления о физических явлениях и механизмах, отвечающих за прочность, пластичность и трещиностойкость конструкционных материалов.

Излагаются основы методов расчетов на устойчивость, усталость, ползучесть.

Рассматривается влияние на прочность конструкционных материалов температуры, среды и радиационных полей.

### С1-ОПМ.Б3

#### **Теоретические основы электротехники**

В программе изложены основные методы расчета теории электрических цепей и теории длинных линий в установившихся и переходных режимах.

Целью освоения учебной дисциплины является знание основных законов электротехники и электродинамики, умение применять методы математического анализа и моделирования в области электротехники и электроники, выработку у студентов высокой культуры мышления, готовности к обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации и прогнозированию при проектировании и эксплуатации электрофизических установок.

Определение перемещений при изгибе с помощью интеграла Мора. Тонкостенная оболочка. Расчеты на прочность.

Энергетические методы определения перемещений прямолинейного стержня.

Механические свойства материалов.

Темы занятий:

Область применения теории электрических цепей. Основные положения. Курс электротехники и его задачи.

Основные методы расчёта разветвлённых электрических цепей переменного тока.

Основные свойства линейных электрических цепей.

Явление резонанса в электрической цепи. Последовательный колебательный контур.

Индуктивно – связанные цепи.

Цепи с зависимыми источниками. Разновидности зависимых источников.

Переходные процессы в линейных электрических цепях. Законы и правила коммутации.

Применение преобразований Лапласа к расчёту переходных процессов в электрических цепях.

Способность проводить анализ и оценку степени экологической опасности производственной деятельности человека на стадиях исследования, проектирования, производства и эксплуатации технических объектов, владеть основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий.

Готовность к контролю соблюдения технологической дисциплины и обслуживанию технологического оборудования.

Способность организовывать экспертизу технической документации, готовность к исследованию причин неисправностей

3

**С1-ОПМ.Б4****Детали машин и основы конструирования**

Дисциплина дает обучающимся возможность изучения физических принципов действия, проектирования и конструирования приборов, физических установок и технологического оборудования, используемых в атомной и других высокотехнологичных отраслях; типовых конструкций деталей, механизмов и узлов приборов и установок; методов и методик расчетов физических установок и их элементов; правил разработки и оформления конструкторской документации, а также приобретения соответствующих компетенций.

Целями освоения учебной дисциплины «Детали машин и основы конструирования» являются приобретение студентами знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для:

выбора физического принципа действия и технических решений создаваемых устройств, систем и их элементов;

разработки проектной и конструкторской документации,

обоснования соответствия характеристик конструкций и устройств требованиям технических заданий, требованиям безопасности, стандартов и других нормативных документов.

**С1-ОПМ.Б5****Метрология, стандартизация и сертификация**

Тема 1 Особенности и цели курса. Движение от идеи к проекту как часть концепции СДИО.

Тема 2 Международные стандарты качества. Понятие "продукта", основные категории продуктов. Понятие единого информационного пространства.

Тема 3 Классификация механизмов по конструктивному признаку.

Тема 4 Качество поверхности.

Тема 5 Кинематические цепи передаточных механизмов. Основы динамического анализа и силовой расчет механизмов.

Тема 6 Направляющие для прямолинейного движения.

Тема 7 Основы прочностного расчета прямой и винтовой пружины.

Тема 8 Кинематика планетарных и волновых механизмов.

Тема 9 Опоры подвижных систем приборов и установок.

Тема 10 Расчет сильфонов.

Тема 11 Упругие элементы.

Тема 12 Основы взаимозаменяемости элементов конструкций.

Темы занятий:

**Тема 1** Обеспечение качества продукции.

оборудования, принятию мер по их устранению.

ПК-10; ПК-11

Готовность к разработке проектов узлов и элементов аппаратов и систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования, к использованию в разработке технических проектов новых информационных технологий.

Готовность к проведению предварительного обоснования проектных расчетов в области проектирования ядерных энергетических установок.

Способность организовывать экспертизу технической документации, готовность к исследованию причин неисправностей оборудования, принятию мер по их устранению.

ПК-8; ПК-9.

Готовность использовать технические средства

Целью изучения дисциплины является углубленное ознакомление с основами современной теории измерений и взаимосвязи техники измерений с качеством выпускаемой продукции. В ходе курса ставятся следующие учебные задачи:

- освоение материала по вопросам стандартизации, метрологии, технике измерений и контроля качества в аналитических испытаниях;

- изучение вопросов оценки точности измерительных систем, формы представления сигналов, принципов измерения различного рода величин.

**Тема 2** Техническое регулирование и технические регламенты.

**Тема 3** Общие положения стандартизации.

**Тема 4** Стандарты и системы стандартизации.

**Тема 5** Подтверждение соответствия (сертификация).

**Тема 6** Основные сведения и понятия метрологии.

**Тема 7** Метрологические характеристики средств измерений.

**Тема 8** Методы оценки погрешностей и результатов измерений.

**Тема 9** Обработка результатов измерений на основе концепции погрешности измерений.

**Тема 10** Обработка результатов измерений на основе концепции неопределенности.

**Тема 11** Государственное обеспечение единства измерений.

**Тема 12** Государственное регулирование в области обеспечения единства измерений.

для измерения основных параметров объектов исследования, готовить данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.

Способность составить отчет по выполненному заданию, готовность к участию во внедрении результатов исследований и разработок в области проектирования и эксплуатации ЯЭУ.

Готовность к разработке проектной и рабочей технической документации, к оформлению законченных проектно-конструкторских работ в области проектирования ЯЭУ.

Готовность выполнять работы по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов.

ПК-8; ПК-14.

Способность использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций.

Способность проводить

## **С1-ОПМ.Б6    Безопасность жизнедеятельности**

Изучение дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» нацелено на формирование у студентов научно обоснованных представлений о неизбежно сопровождающих деятельность людей опасностях техногенного, при-

Темы занятий:

Цели и задачи курса. Статистика трагических событий. Безопасность в системе "антропосфера - техносфера - экосфера".

Биосфера и человечество. Закономерности проявления опасностей, математические

3

родного и социального происхождения. В процессе изучения дисциплины должно быть достигнуто понимание обучаемыми причин и условий происходящих опасных событий, роль в этом человеческого фактора. Освоение дисциплины направлено на приобретение знаний и умений по поддержанию культуры безопасности жизнедеятельности в производственных условиях, а также в чрезвычайных ситуациях.

Приобретенные знания должны состоять в логической увязке с соответствующими нормативно-правовыми постулатами государственного регулирования. Целевая направленность учебного процесса по освоению дисциплины ориентирована на области знаний, традиционно называемых «Охраной труда» и «Чрезвычайные ситуации мирного и военного времени».

модели. Поражающие факторы опасных событий, риск.

Государственное обеспечение безопасности жизнедеятельности. Единая государственная система РФ по чрезвычайным ситуациям. Законодательство по охране труда.

Радиационная безопасность, физические величины и их единицы. Естественный и искусственный радиационный фон.

Биологическое действие и допустимые уровни ионизирующих излучений. Нормирование в радиационной безопасности, концепция приемлемого риска.

Радиационные характеристики источников излучения. Защита от ионизирующих излучений.

Ядерный топливный цикл и радиационное загрязнение биосферы. Хранение радиоактивных отходов.

Структура и стратегия развития мировой энергетики. Альтернативные источники энергии. Проблемы и перспективы развития атомной энергетики. Радиационные аварии и их последствия.

Загрязнение воздушной среды вредными веществами. Защита от производственных вибраций, шума и ультразвука.

Воздействие на человека электромагнитного поля. Освещение промышленных предприятий. Естественное и искусственное освещение.

Электробезопасность. Способы обеспечения электробезопасности. Пожарная безопасность.

анализ и оценку степени экологической опасности производственной деятельности человека на стадиях исследования, проектирования, производства и эксплуатации технических объектов, владеть основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий.

Готовность к контролю соблюдения технологической дисциплины и обслуживанию технологического оборудования.

ПК-5; ПК-11.

## C1-ОПМ.Б7

### Физика ядерных реакторов

Целью является ознакомление студентов с физикой, основами теории и методами анализа нейтронно-ядерных процессов, протекающих в ядерных реакторах.

Знания, полученные студентами при изучении дисциплины, необходимы для выполнения курсового проекта по ядерно-энергетическим установкам, дипломного проектирования, а также для последующей профессиональной деятельности в области проектирования и анализа ядерных реакторов различного целевого назначения.

Основной задачей изучения дисциплины «Физика ядерных реакторов» является привитие студентам навыков самостоятельного анализа физических процессов и количественных оценок параметров критичности и безопасности реактора.

Виды катастроф и их масштабы. Чрезвычайные ситуации природного происхождения. Статистика явлений и их последствия.

Техногенные чрезвычайные ситуации. Аварии на атомных, химических объектах, их статистика. Чрезвычайные ситуации при пожарах и взрывах.

Чрезвычайные ситуации военного характера. Поражающие факторы обычных средств вооруженной борьбы и оружия массового поражения.

Поражающее действие средств вооруженной борьбы. Гражданская оборона - система защитных мер в условиях военного времени.

Темы занятий:

Основные положения нейтронной физики и теории переноса нейтронов, важные для анализа физических процессов в ядерных реакторах.

Размножение нейтронов. Коэффициент размножения. Условие критичности.

Замедление нейтронов. Возрастное приближение. Условие критичности с учётом замедления. Эффективное одnogрупповое приближение. Резонансный захват в реакторе.

Гетерогенный реактор. Отражатель. Многозонный реактор. Профилирование энерговыделения. Общий подход к анализу реактора с произвольным спектром нейтронов. Многогрупповое приближение.

Физические процессы в ядерных реакторах. Изменение изотопного состава топлива

Готовность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок.

Способность анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы.

Способность проводить нейтронно-физические и тепло-гидравлические расчеты ядерных реакто-

2

## С1-ОПМ.Б8

### Техническая термодинамика

Целью освоения учебной дисциплины “ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА” является решение двуединой задачи – базовой профессиональной подготовки специалистов - теплофизиков и формирования у них современного физического мировоззрения. В курсе систематически рассматриваются исходные понятия, основные законы и уравнения равновесной термодинамики. Излагаются вопросы применения методов термодинамики к исследованию равновесия и устойчивости однородных и многофазных систем, реальных газов, жидкостей и их потоков, циклов преобразования энергии. В части практических приложений основное внимание обращается на применение термодинамических методов для анализа процессов, происходящих в ядерных

в процессе выгорания. Расход топлива. Воспроизводство ядерного горючего.

Нестационарные процессы в ядерных реакторах. Кинетика на запаздывающих нейтронах. Принципы управления реактором. Ядерная безопасность.

Ядерный реактор как источник радиоактивных излучений. Генерация биологически значимых радионуклидов. Принципы ограничения радиоактивного воздействия на биосферу. "Защита в глубину".

Основы топливного цикла ядерной энергетики. Компоненты топливного цикла. Открытый и замкнутый топливный цикл. Топливный цикл в ядерной энергетике. Проблема радиоактивных отходов.

Темы занятий:

Введение. История развития термодинамики. Задачи термодинамики. Современные проблемы термодинамики.

Основные понятия и исходные положения.

Термодинамические системы.

Основные законы и уравнения термодинамики.

Методы термодинамики.

Равновесие термодинамических систем.

Фазовые переходы.

Термодинамика потока.

Эффективность циклов теплосиловых установок.

Циклы энергетических установок.

Обратимые и необратимые термодинамические процессы.

ров в стационарных и нестационарных режимах работы.

Способность продемонстрировать основы обеспечения оптимальных режимов работы ядерного реактора, тепломеханического оборудования и энергоблока АС в целом при пуске, останове, работе на мощности и переходе с одного уровня мощности на другой с соблюдением требований безопасности. ПК-1; ПК-3; ПК-5; ПК-12.

Готовность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок.

Способность обоснованно выбирать средства измерения теплофизических параметров, оценивать погрешности результатов измерений.

Способность проводить нейтронно-физические и тепло-гидравлические расчеты ядерных реакторов в стационарных и нестационарных режимах работы.

3

энергетических установках, а также вопросам энергоэффективности и экологии энергетических объектов.

Заключительные разделы курса посвящены основам неравновесной термодинамики. Рассматриваются принципы и феноменологические уравнения линейной неравновесной термодинамики, критерии устойчивости неравновесных систем, а также элементы нелинейной термодинамики, теории диссипативных структур и самоорганизации материи.

Линейная неравновесная термодинамика. Основы линейной неравновесной термодинамики.

нарных режимах работы.

Способность демонстрировать основы обеспечения оптимальных режимов работы ядерного реактора, тепломеханического оборудования и энергоблока АС в целом при пуске, останове, работе на мощности и переходе с одного уровня мощности на другой с соблюдением требований безопасности. ПК-2; ПК-5; ПК-12.

Готовность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок.

Способность обоснованно выбирать средства измерения теплофизических параметров, оценивать погрешности результатов измерений.

Способность проводить нейтронно-физические и тепло-гидравлические расчеты ядерных реакторов в стационарных и нестационарных режимах работы.

## **С1-ОПМ.Б9**

### **Основы теплообмена**

Целями преподавания данной дисциплины являются:

1) более глубокое и полное изложение современной теории теплопереноса, главным образом конвективного и лучистого переноса энергии;

2) привитие у студентов навыков применения результатов теории в практических расчетах тепло- и массообменных процессов, происходящих в ядерных энергетических установках (ЯЭУ).

Знать:

Теорию процессов теплопроводности - дифференциальное уравнение Фурье.

Теорию конвективного теплопереноса - уравнения конвективного теплообмена.

Теорию теплопереноса излучением. Уравнение Стефана Больцмана

Уметь:

Темы занятий:

Теплообмен при ламинарном течении жидкости в каналах.

Турбулентный перенос в потоке жидкости.

Теплоотдача при турбулентном течении жидкости в каналах.

Теплообмен при поперечном обтекании труб.

Теплообмен при естественной конвекции.

Теплообмен при кипении жидкости в большом объеме.

Теплообмен при кипении в вынужденном потоке.

Теплообмен при конденсации. Теплообмен излучением.

Общая характеристика процессов теплопереноса.

Основные законы теплопереноса.

2

	<p>Ставить и решать задачи теплопроводности.</p> <p>Ставить и решать задачи конвективного теплопереноса.</p> <p>Ставить и решать задачи лучистого теплообмена. Расчет угловых коэффициентов.</p> <p>Владеть:</p> <p>Аналитическими и численными методами решения задач теплопереноса.</p> <p>Техникой работы с современными пакетами для решения задач теплообмена.</p>	<p>Дифференциальные уравнения тепломассопереноса.</p> <p>Стационарная теплопроводность и диффузия.</p> <p>Нестационарные процессы теплопроводности и диффузии.</p> <p>Введение в теорию конвективного тепломассообмена.</p> <p>Пограничный слой.</p>	<p>Способность демонстрировать основы обеспечения оптимальных режимов работы ядерного реактора, тепломеханического оборудования и энергоблока АС в целом при пуске, останове, работе на мощности и переходе с одного уровня мощности на другой с соблюдением требований безопасности.</p> <p>ПК-2; ПК-5; ПК-12.</p> <p>ПК-2; ПК-5; ПК-12.</p>	
<b>С1-ОПМ.Б10</b>	<b>Гидродинамика</b>			3
<b>С1-ОПМ.Б11</b>	<b>Динамика ядерных реакторов</b>		ПК-1; ПК-3; ПК-5; ПК-12.	2
<b>С1-ОПМ.Б12</b>	<b>Физика защиты</b>	<p>Тема 1. Защита от ионизирующих излучений - раздел прикладной ядерной физики. Этапы развития физики защиты.</p> <p>Тема 2. Дифференциальные и интегральные, потоковые и токовые характеристики поля излучений. Основные дозовые характеристики поля излучений.</p> <p>Тема 3. Взаимодействие различных видов ионизирующих излучений с веществом. Основные процессы взаимодействия фотонов, нейтронов и заряженных частиц с веществом.</p> <p>Тема 4. Основные характеристики источников излучений. Классификация источников.</p> <p>Тема 5. Предельно-допустимые уровни ионизирующих излучений. Нормы радиаци-</p>	<p>Способность проводить анализ и оценку степени экологической опасности производственной деятельности человека на стадиях исследования, проектирования, производства и эксплуатации технических объектов, владеть основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий.</p> <p>Способность провести оценку ядерной и радиаци-</p>	3

онной безопасности (НРБ-99/2009).

Тема 6. Поля излучений от источников различных геометрических форм.

Тема 7. Защита от фотонного излучения. Понятие фактора накопления фотонов.

Тема 8. Практические методы расчета защиты от фотонного излучения точечных источников. Универсальные таблицы для расчета защиты. Метод конкурирующих линий. Расчет защиты по слоям половинного ослабления. Учет рассеянного в источнике излучения с помощью факторов накопления. Гамма-метод.

Темы занятий:

Предмет курса. Особенности современной электронной техники, применение электронных устройств.

Линейные электрические цепи в режиме постоянного тока.

Частотные характеристики электрических цепей.

Основы теории четырехполюсников.

Полупроводниковые материалы. Диоды.

Биполярные транзисторы (БТ).

Полевые транзисторы (ПТ).

Схемы усилительных каскадов на БТ и ПТ

Интегральный операционный усилитель.

Обратные связи, виды обратных связей, влияние обратных связей на параметры и характеристики аналоговых электронных устройств.

Избирательные усилители. Фильтры. Функциональные аналоговые интегральные схемы.

онной безопасности при эксплуатации ядерных энергетических установок, а также при обращении с ядерным топливом и другими отходами.

Способность к проведению экспертизы комплекса мероприятий по радиационной защите персонала АС и населения.

ПК-1; ПК-5; ПК-11; ПК-12

Готовность использовать 2

технические средства для измерения основных параметров объектов исследования, готовить данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.

Готовность к разработке проектов узлов и элементов аппаратов и систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования, к использованию в разработке технических проектов новых информационных технологий.

### **С1-ОПМ.Б13 Основы электроники**

Курс введен для студентов неэлектронных специальностей, использующих имеющуюся элементную базу и электронные устройства для проектирования и построения систем автоматики и физического эксперимента. Кроме этого преследуется цель дать физические и технические основы полупроводниковой электроники как дискретной, так и интегральной.

В курсе изучаются основы аналоговой схемотехники и элементной базы основных аналоговых узлов, используемых в системах предварительной обработки данных (СПОД) физических установок. При этом акцентируется внимание студентов на внешних, системных характеристиках электронных устройств.

## **С1-ОПМ.Б14 Основы автоматки**

Целью освоения учебной дисциплины “Основы автоматки” является обучение студентов методам моделирования, анализа и проектирования линейных, нелинейных и дискретных систем.

Дисциплина “Основы автоматки” является основой для изучения дисциплин профессионального цикла, связанных с автоматическим управлением, а также для выполнения научно-исследовательских работ студентов, курсовых проектов, производственной практики и дипломного проектирования.

Усилители мощности. Импульсные и цифровые устройства. Ключевые каскады. Логические (цифровые) микросхемы. Шифраторы и дешифраторы. Функциональные цифровые ИС. Цифро-аналоговые электронные схемы.

Основные разделы учебной дисциплины: Математические модели систем. Типовые динамические звенья. Анализ и синтез систем автоматического управления. Пространство переменных состояний. Методы исследования нелинейных систем. Дискретные системы.

Основные темы занятий:  
Введение в дисциплину.  
Составление математической модели системы.  
Типовые динамические звенья.  
Устойчивость линейных систем.  
Качество регулирования.  
Точность регулирования.  
Проектирование системы.  
Современный инструмент исследования САУ.  
Пространство переменных состояний.  
Основные свойства нелинейных систем.  
Дискретные и дискретно-непрерывные системы.

ПК-10; ПК-11

- способность проводить математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований;  
- готовность к проведению исследования и участию в испытании основного оборудования атомных электрических станций и ядерных энергетических установок в процессе разработки, создания, монтажа, наладки и эксплуатации;  
- готовность использовать средства автоматизированного управления, защиты и контроля технологических процессов;  
- способность демонстрировать знание теоретических основ информационной техники и систем управления и готовность использовать их для анализа и синтеза информации

3

<b>С1-ОПМ.Б15</b>	<b>Теория переноса нейтронов</b>		онно-измерительных, информационных и управляющих систем ЯЭУ. ПК-5; ПК-6; ПСК-2.2 ПК-1; ПК-3; ПК-5; ПК-12.	3
<b>С1-ОПМ.Б16</b>	<b>Материаловедение (материалы ядерных реакторов)</b> Общеинженерная учебная дисциплина «Материаловедение.» является связующим звеном между специальными инженерными дисциплинами, обобщая и закрепляя элементы курсов «Кристаллография», «Сопротивление материалов», «Физика прочности», «Фазовые превращения» и др. Целью преподавания дисциплины является ознакомление студентов с основными зависимостями, существующими между составом, строением и свойствами основных конструкционных и электротехнических материалов современности: металлов и сплавов, закономерностями процессов, происходящих в материалах при механических, тепловых, химических и радиационных воздействиях. Дисциплина носит обзорный характер и необходима для получения представлений о проблемах реакторного материаловедения.	Темы занятий: Ионно-электронное и атомно-кристаллическое строение металлов. Кристаллизация и плавление металлов. Дефекты кристаллического строения металлов. Упругая и пластическая деформация металлов. Механические свойства и разрушение металлов. Строение металлических сплавов. Диаграммы состояния металлических систем. Методы обработки материалов.	Готовность к проведению исследования и участия в испытании основного оборудования атомных электрических станций и ядерных энергетических установок в процессе разработки, создания, монтажа, наладки и эксплуатации. Готовность к контролю соблюдения технологической дисциплины и обслуживанию технологического оборудования. ПК-7; ПК-9; ПК-11.	2
<b>С1-ОПМ.Б17</b>	<b>Теория поля</b> Цель курса классической электродинамики (теории поля) является ознакомление студентов с основными понятиями и принципами теории классического электромагнитного поля и ее математическим аппаратом. Освоив аппарат классической теории поля, студенты	Темы занятий: Принцип относительности. Преобразование Лоренца. Абберация. Интервал между событиями. Собственное время. Четырехмерные векторы, тензоры. Действие и функция Лагранжа свободной	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу. Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.	4

будут способны применять его к исследованию электромагнитных взаимодействий в простейшем и наиболее важном случае электродинамики вакуума и точечных зарядов. Овладение курсом классической электродинамики в предлагаемом объеме необходимо для изучения всех последующих курсов теоретической физики, включая квантовую механику, квантовую электродинамику, электродинамику сплошных сред и др. Кроме того, знание классической электродинамики совершенно необходимо при освоении многих специализированных дисциплин по теоретической и экспериментальной физике, изучаемых студентами старших курсов.

частицы в теории относительности. Энергия, импульс, момент импульса.

Заряд в электромагнитном поле. Четырехмерный потенциал поля. Функция Лагранжа, обобщенный импульс и функция Гамильтона. Уравнение движения заряда.

Тензор электромагнитного поля. Преобразование Лоренца для поля. Инварианты поля.

Плотность заряда, плотность тока. Уравнение непрерывности. Уравнение Максвелла. Плотность энергии и плотность потока энергии.

Постоянное электрическое поле. Закон Кулона. Энергия электростатического поля. Дипольный и квадрупольный моменты.

Постоянное магнитное поле. Закон Био-Савара. Магнитный момент.

Уравнения для потенциалов. Волновое уравнение. Поляризация.

Запаздывающие потенциалы. Излучение электромагнитных волн. Интенсивность излучения.

Дипольное излучение. Квадрупольное и магнито-дипольное излучение.

Условия применимости классической электродинамики. Рассеяние электромагнитных волн.

Тензор энергии-импульса электромагнитного поля и системы точечных частиц. Гамильтонова формулировка электродинамики.

Темы занятий:

Введение в раздел радиационной физики

Готовность к проведению исследования и уча-

2

**С1-ОПМ.Б18 Основы дозиметрии**

Цели освоения учебной дисциплины Осно-

вы дозиметрии:

- приобретение знаний по основным методам определения количественных и качественных характеристик полей ионизирующего излучения в веществе и соответствующих величин энергопоглощения, определяющих последствия воздействия ионизирующего излучения на объекты живой и неживой природы;
- получение базовой информации о задачах и методах определения характеристик величин энергопоглощения ионизирующего излучения в веществе с учетом количества и качества излучения;
- понимание функциональных особенностей и использования основных типов дозиметров для измерения дозиметрических величин;
- получение практических навыков в применении методов дозиметрии для решения практических задач.

- дозиметрию. Основные задачи дозиметрии. Характеристики полей ионизирующего излучения; дозиметрические величины.

Взаимодействие фотонного и электронного излучения с веществом; основные вопросы дозиметрии фотонного излучения.

Ионизация в газах; основные характеристики ионизационных дозиметрических детекторов.

Методы дозиметрии, основанные на использовании сцинтилляционных и полупроводниковых детекторов.

Эффекты радиофотолюминесценции и радиотермолюминесценции в дозиметрии.

Принципы фотографического и химического методов дозиметрии. Тепловой метод дозиметрии.

Основы дозиметрии электронного излучения. Дозиметрия нейтронов.

ЛПЭ–метрия и основные принципы микродозиметрии.

Элементы дозиметрии инкорпорированных радионуклидов.

Современная система дозиметрических величин.

Темы занятий:

Типы и состав АЭС.

Реакторная установка.

Системы безопасности АЭС.

Первый контур и связанные с ним системы.

Паротурбинная установка, системы второго контура.

Вспомогательные и общестанционные

устройства в испытании основного оборудования атомных электрических станций и ядерных энергетических установок в процессе разработки, создания, монтажа, наладки и эксплуатации.

Готовность использовать технические средства для измерения основных параметров объектов исследования, готовить данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.

Способность провести оценку ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации ядерных энергетических установок, а также при обращении с ядерным топливом и другими отходами.

ПК-4; ПК-11.

- готовность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проектирования и эксплуатации ЯЭУ;
- готовность участвовать в проектировании основного оборудования, систем кон-

**С1-ПМ.Б.1**

**Технология и оборудование АЭС (АЭС: типы, оборудование, технологии, эксплуатация)**

Учебная дисциплина «АЭС (типы, оборудование, технологии, эксплуатация)» содержит сведения о составе и структуре современных АЭС с ВВЭР. Рассматриваются общие данные, состав реакторной установки, паротурбинной части, схемы первого и второго

го контуров, схемы электроснабжения собственных нужд, технические решения по обеспечению ядерной, радиационной и пожарной безопасности. Приводятся краткие сведения об особенностях реакторных установок с РБМК, БН, СВБР.

Целью освоения учебной дисциплины (модуля) « АЭС: типы, оборудование, технология, эксплуатация» является получение студентами знаний о составе, основном оборудовании технологических систем современных АЭС.

## **С1-ПМ.Б.2**

### **Управление и безопасность эксплуатации ядерных энергетических установок**

Целями освоения учебной дисциплины Управление ЯЭУ являются:

Освоение принципов, особенностей построения и предпосылок использования моделей ЯЭУ для разработок подсистем АСУТП ЯЭУ.

системы.

Обоснование безопасности.

Эксплуатация АЭС.

Типы других реакторных установок

Темы занятий:

**Тема №1.**

Типовые структуры в АСУТП АЭС.

**Тема №2.**

Модели АСУТП АЭС.

**Тема №3.**

Элементы АСУТП АЭС.

**Тема №4.**

Типовые схемы АСУТП на АЭС.

**Тема №5.**

Оценки надежности АСУТП АЭС.

троля и управления ядерных энергетических установок с учетом экологических требований и безопасной работы;

- способность анализировать технологии монтажа, ремонта и демонтажа оборудования АС (и ЯЭУ) применительно к условиям сооружения, эксплуатации и снятия с эксплуатации энергоблоков АС.

ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8.

- способность анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы;

- готовность использовать средства автоматизированного управления, защиты и контроля технологических процессов;

- способность демонстрировать основы обеспечения оптимальных режимов работы ядерного реактора, тепломеханического оборудования и энергоблока АС в целом при пуске,

**С1-ПМ.Б.3**

**Радиационный контроль на АЭС**

**С1-ПМ.Б.4**

**Аппаратура контроля радиационной безопасности**

Целями освоения учебной дисциплины «Аппаратура контроля радиационной безопасности (АКРБ)» являются **создание базиса знаний для проектирования и грамотной эксплуатации дозиметров и радиометров**, привитие навыков отладки и поверки аппаратуры, освоение принципов интеграции аппаратуры в системы радиационного контроля.

В результате освоения дисциплины студент будет обладать знаниями и навыками для разработки, отладки и эксплуатации устройств детектирования, понимать работу информационно-измерительной системы радиационного контроля. После успешного освоения данной дисциплины студент, пройдя соответствующую практику, сможет работать в институтах, разрабатывающих аппаратуру, на атомных электростанциях, в службах внешней дозиметрии.

**1-ый семестр**

**Лекция 1**

Основные дозиметрические понятия и величины. Тонкий и толстый детекторы, измерение плотностей тока и потока.

**Лекция 2** Ионизационный дозиметр. Конструкция типичных ионизационных камер.

**Лекция 3** Использование газоразрядных счётчиков в дозиметрии.

**Лекция 4** Сцинтилляционные измерители мощности дозы фотонного излучения.

**Лекция 5**

Термолюминесцентные дозиметры. Основные типы термолюминесцентных детекторов и их характеристики.

**Лекция 6**

Радиофотолуминесцентные дозиметры.

**Лекция 7**

Полупроводниковые детекторы в дозиметрии. Типы полупроводниковых детекторов.

**2-ой семестр**

**Лекции 1 и 2.** Радиометры: типы и назначение. Радиометры  $\beta$  –излучения.

**Лекция 3 и 4** Радиометры  $\alpha$ –излучения.

**Лекция 5** Радиометры тепловых нейтронов.

**Лекция 6** Радиометры быстрых нейтронов.

останове, работе на мощности и переходе с одного уровня мощности на другой с соблюдением требований безопасности.

ПК-5; ПК-6; ПК-9; ПК-10

ПК-5; ПК-11.

5

- готовность использовать технические средства для измерения основных параметров объектов исследования, готовить данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций;
- способность проводить анализ и оценку степени экологической опасности производственной деятельности человека на стадиях исследования, проектирования, производства и эксплуатации технических объектов, владеть основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий;

3

## C1-ПМ.Б.5

### Основы информационной техники

Целями освоения учебной дисциплины «Теоретические основы информационной техники» являются:

- ознакомление студентов с теоретическими основами и современными технологиями создания информационных, и, прежде всего, информационно-измерительных систем;
- изучение основ математического моделирования сигналов и преобразований информационных данных в современных системах измерения, регистрации, накопления, обработки и представления данных;
- изучение эффективных алгоритмов преобразования и анализа информационных дан-

*Лекция 7* "Всеволновые" радиометры нейтронов с использованием замедлителя.

*Лекция 8* Спектрометры (счётчики) излучения человека – СИЧ.

*Лекция 9* Радиометры газов и аэрозолей. Используемые аэрозольные фильтры.

*Лекция 10* Радиометры жидкостей погружного типа. Радиометры теплоносителя, определение негерметичности ТВЭЛ.

*Лекция 11 – 12* Объединение детекторов в систему радиационного контроля. Накопление и первоначальная обработка измерительной информации в устройствах детектирования. Архитектура систем.

*Лекции 13 – 14* Передача информации к устройствам накопления и отображения информации. Применение контроллеров и компьютеров. Программное обеспечение. Передача информации в кризисные центры.

Темы занятий:

**Раздел 1.** Теория сигналов. Вероятностные методы теории информационных процессов.

- Общие положения и определения. Информационно-измерительные системы (ИИС).
- Классификация и характеристики сигналов.
- Типы сигналов.
- Модели случайных сигналов.
- Преобразование случайных сигналов.
- Типовые модели случайных сигналов.
- Марковские процессы.
- Пространство и метрология сигналов.

- готовность участвовать в проектировании основного оборудования, систем контроля и управления ядерных энергетических установок с учетом экологических требований и безопасной работы;
- способностью организовывать экспертизу технической документации, готовностью к исследованию причин неисправностей оборудования, принятию мер по их устранению. ПК-5; ПК-7; ПК-8; ПК-11

Готовность использовать технические средства для измерения основных параметров объектов исследования, готовить данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.

Способность демонстрировать знание принципов построения измерительных преобразователей, вторичных измерительных приборов, органов управления, автоматических и

3

ных; методов и средств цифровой обработки сигналов; принципов построения современных информационно-измерительных систем в системах контроля и управления ядерными энергетическими установками.

- Раздел 2.** Спектральный анализ сигналов. Дискретизация и восстановление сигналов.
- Раздел 3.** Дискретные преобразования сигналов. Цифровая фильтрация.
- Раздел 4.** Информационная теория сигналов и систем.
- Раздел 5.** Эффективное и помехоустойчивое кодирование.
- Кодирование информации.
  - Помехозащищенные коды.
- Раздел 6.** Алгоритмы обработки информации.
- Алгоритмы массового обслуживания.
  - Алгоритмы аппроксимации в ИИС.
  - Алгоритмы тестовой коррекции.

Темы занятий:

- Раздел 1  
Ознакомление с научной тематикой группы. Поиск и анализ литературы. Выбор темы.
- Раздел 2  
Постановка задачи и подготовка литературного обзора.
- Раздел 3  
Разработка программы расчета/эксперимента.
- Раздел 4  
Отладка программы/наладка эксперимента.
- Раздел 5  
Тестовые расчеты/измерения.
- Раздел 2  
Проведение расчетов/эксперимента. Подготовка отчета.

автоматизированных систем контроля и управления технологическими процессами атомных электростанций и других ЯЭУ.

Способность демонстрировать знание теоретических основ информационной техники и систем управления и готовностью использовать их для анализа и синтеза информационно - измерительных, информационных и управляющих систем ЯЭУ  
ПК-1; ПК-2; ПК-6.  
ПК-1 – ПК-12;  
ПСК-1.1 – ПСК-1.5;  
ПСК-2.1 – ПСК-2.6;  
ПСК-3.1 – ПСК-3.6.

Во время прохождения НИР студент обязан:

- изучить и строго соблюдать правила охраны труда, техники безопасности и производственной санитарии при проведении экспериментальных работ;
- нести ответственность за выполняемую работу и ее результаты;
- по окончании НИР представить руководи-

## **С2-НИР.Б1 и С2-НИР.Б2 Производственная практика (научно-исследовательская работа)**

Целями освоения учебной дисциплины «Научно-исследовательская работа» являются детальное знакомство со своей будущей специальностью, детальное изучение специальных дисциплин посредством работы в тесном контакте с научным руководителем – опытным сотрудником кафедры.

НИР является этапом закрепления полученных знаний и навыков через участие в разнообразных исследованиях, проводимых на кафедре, и может явиться начальной стадией будущей квалификационной работы и в дальнейшем стать ее частью.

Учебная дисциплина «Научно-исследовательская работа (студентов)» является неотъемлемой частью образовательной

7

программы, проведением работы, охватывающей в той или иной степени все предшествующие теоретические курсы для будущей подготовки итоговой квалификационной работы.

телю письменный отчет о выполнении всех заданий и сдать зачет;

- руководитель НИР делает подробный анализ проделанной студентом работы и выносит по ней свое заключение.

5.5. Рекомендации по разработке фондов оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплинам (модулям) и практикам

*Формат представления – на усмотрение ФУМО.*

*При разработке оценочных средств рекомендуется учитывать инструменты оценки и оценочные средства, входящие в комплект оценочных средств (КОС), предназначенных для оценки профессиональных квалификаций, относящихся к сопряженным ПС (при наличии) и используемым в рамках системы независимой оценки квалификаций (НОК).*

5.6. Рекомендации по разработке программы государственной итоговой аттестации

### **Программа государственного экзамена**

**по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»  
для образовательной программы  
«Радиационная безопасность атомных станций»**

1. Взаимодействие излучений с веществом, теория переноса и физика защиты от излучений.

Дифференциальные и интегральные, потоковые и токовые характеристики поля излучения.

Взаимодействие фотонов и нейтронов с веществом. Сечения взаимодействия. Основные виды сечений.

Взаимодействие заряженных частиц с веществом.

Основные характеристики источников излучения.

Классификация источников. Источники фотонов, нейтронов и заряженных частиц.

Различные формы уравнения переноса нейтронов и фотонов через вещество. Основные аналитические методы решения уравнения переноса.

Основные детерминистские численные методы решения уравнения переноса. Многогрупповой подход.

Основные особенности метода Монте-Карло. Оценка функционалов в методе Монте-Карло. Способы уменьшения дисперсии в методе Монте-Карло.

Фоновое облучение человека. Основные источники фонового облучения. Предельно-допустимые уровни ионизирующих излучений. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99).

Факторы накопления и их зависимость от различных переменных.

Инженерные методы расчета защиты от гамма-излучения. Инженерные методы расчета защиты от нейтронов. Приближенные методы расчета защиты от заряженных частиц.

## 2. Радиационная защита ЯУ и ЯТЦ

Ядерный топливный цикл (ЯТЦ). Факторы радиационной опасности на урановых рудниках и других производствах начальной стадии ядерного топливного цикла.

Принципы проектирования радиационной защиты реакторов. Особенности защиты реакторов АЭС различных типов. Активная зона реактора как источник излучений. Теплоноситель реактора как источник излучений.

Радиационная безопасность персонала на заводах по регенерации облученного топлива.

## 3. Дозиметрия ионизирующих излучений и инструментальные методы радиационной безопасности.

Доза излучения. Различные виды доз: поглощенная доза, дозовый эквивалент, эквивалентная доза, эффективная доза, операционные величины.

Физические основы дозиметрии фотонного излучения.

Теорема Фано. Электронное равновесие. Теория Брэгга Грея.

Ионизационный метод дозиметрии. Энергетическая зависимость чувствительности. Ионизационные камеры. Требования к составу и толщине стенок камеры, выбор напряжения.

Дозиметры на основе газоразрядных счетчиков. Принцип действия, структурная схема, улучшение дозовой энергетической чувствительности.

Сцинтилляционный метод дозиметрии. Токовый и счетчиковый режимы. Выбор сцинтиллятора, улучшение дозовой энергетической чувствительности.

Основные эффекты формирования поглощенной дозы нейтронов в биологической ткани. Различные способы дозиметрии нейтронов:

Всеволновые" радиометры нейтронов.

Радиометры быстрых и тепловых нейтронов.

Термолюминесцентные дозиметры. Способы определения дозы, улучшение энергетической зависимости чувствительности.

Полупроводниковые дозиметрические детекторы. Токовый и счетный режимы. Способы улучшения дозовой зависимости чувствительности в мультidetекторных системах.

Радиометры для измерений активности жидких и сыпучих проб.

Радиометры газов и аэрозолей.

Структурные схемы сцинтилляционного и полупроводникового спектрометров и приборные формы линии. Активационный метод спектрометрии нейтронов. Методы обработки аппаратурных спектров.

Основные распределения случайной величины. Оценки и их свойства. Критерии проверки статистических гипотез. Оценка погрешности и коэффициентов корреляции. Законы распределения основных оценок. Доверительные интервалы.

## 4. Основы экологии и охраны окружающей среды. Концепция риска.

Глобальные экологические проблемы: демографический взрыв, истощение озонового слоя, загрязнение и деградация окружающей среды, глобальное изменение климата.

Санитарно-гигиеническое нормирование: ПДК и ПДС. Экологические принципы нормирования. Эффекты сочетанных воздействий комплекса загрязняющих веществ.

Социально-экономические проблемы природопользования. Критерии экологического ущерба. Понятие ОВОС. Экологическая экспертиза.

Традиционные и альтернативные источники энергии. Влияние энергетики на природную среду. Состояние мировой ядерной энергетики, ее роль в общем энергопотреблении. Ядерный топливный цикл, радиационное загрязнение биосферы и экологические проблемы. Основные проблемы при обращении с радиоактивными отходами и пути их решения. Экология АЭС. Радиационные и нерадиационные аспекты воздействия АЭС на окружающую среду при нормальной эксплуатации АЭС и в аварийных ситуациях.

Надежность, безопасность, риск. Математические модели для оценки риска. Элементы теории нечетких множеств. Вероятностные и нечеткие модели оценки риска. Дерево событий. Дерево отказов. Основные положения концепции приемлемого риска. Принцип ALARA. Концепции, положенные в основу принципа ALARA. Реализация принципа ALARA.

Управление риском: основные концепции и общие принципы. Методы принятия технического законодательства в области охраны окружающей среды.

## 5. Общая физиология и радиационная биология

Основные системы организма человека: ЦНС, крови, дыхания, пищеварения, высшей нервной деятельности.

Рост и развитие нервной системы. Клетки нервной системы: строение и функции. Прием, передача и переработка сенсорных сигналов. Натриевые и калиевые каналы как основа физиологии нервной системы.

Концепции канцерогенеза. Мутационная теория. Химический, вирусный, радиационный канцерогенез.

Биологические эффекты ионизирующих излучений. Кривые доза-эффект и специфика действия излучения. Основные механизмы биологических эффектов ИИ. Понятие ОБЭ.

Реакция клеток на облучение: типы гибели, дозовые зависимости, репарация повреждений. Модификаторы клеточной радиочувствительности.

Действие ИИ на целостный организм. Стохастические и детерминированные эффекты. Проблема дозового порога. Синергизм и антогонизм при совместном воздействии излучения с другими повреждающими факторами. Индивидуальные особенности и метаболизм радионуклидов в организме человека. Радиочувствительность отдельных органов и тканей. Лучевая болезнь. Острое поражение: кривая выживаемости, симптоматика лучевой болезни, латентные периоды.

Стохастические эффекты. Радиационный канцерогенез. Биологические факторы, влияющие на индуцирование рака. Наследуемые эффекты. Генные мутации, хромосомные aberrации. Общие закономерности, оценки вероятности наследуемых нарушений. Биологическое действие малых доз ионизирующего излучения.

## ВОПРОСЫ К ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ

1. Взаимодействие фотонов с веществом.
2. Сечения взаимодействия фотонов с веществом.
3. Факторы радиационной опасности на урановых рудниках.
4. Керма-постоянные радионуклидов.
5. Ядерный топливный цикл.
6. Радионуклидные источники нейтронов.
7. Активная зона реактора как источник излучений.
8. Оценка функционалов в методе Монте-Карло.
9. Основные источники излучения теплоносителя реактора.
10. Аналитические методы решения уравнения переноса.
11. Хранение радиоактивных отходов.
12. Захоронение радиоактивных отходов.
13. Основные источники фонового облучения человека.
14. Метод длин релаксации и концепция сечения выведения.
15. Радиационное загрязнение биосферы в ядерном топливном цикле.
16. Теорема Фано, электронное равновесие.
17. Начальная стадия ядерного топливного цикла.
18. Взаимодействие заряженных частиц с веществом.
19. Биологические эффекты ионизирующих излучений.
20. Сцинтилляционный и полупроводниковый метод дозиметрии.
21. Математические модели для оценки риска.
22. Дозиметры на основе ионизационных камер и газоразрядных счетчиков.
23. Воздействие АЭС на природную среду.
24. «Всеволновые» радиометры нейтронов.
25. Стохастические и нестохастические эффекты при облучении.
26. Радиометры газов и аэрозолей.
27. Основные распределения случайной величины.
28. Зависимость фактора накопления от толщины и материала защиты, энергии фотонов.
29. Открытый и замкнутый ядерный топливный циклы.
30. Активационный метод спектрометрии нейтронов.
31. Составляющие активности теплоносителя реактора.
32. Основные процессы взаимодействия нейтронов с веществом.
33. Излучение активной зоны реактора.
34. Основные дозиметрические величины и единицы их измерения.
35. Принципы проектирования радиационной защиты реакторов.

36. Классификация источников ионизирующего излучения.
37. Основные характеристики источников ионизирующего излучения.
38. Экология АЭС.
39. Основные проблемы при обращении с радиоактивными отходами и пути их решения.

## ЛИТЕРАТУРА.

### Основная:

1. Климанов В.А., Крамер-Агеев Е.А., Смирнов В.В. Дозиметрия ионизирующих излучений: Учебное пособие. М., НИЯУ МИФИ, 2014 г.
2. Сахаров В.К. Введение в теорию переноса и физику защиты от ионизирующих излучений. М., НИЯУ МИФИ, 2013 г.
3. Крамер-Агеев Е.А., Трошин В.С. Инструментальные методы радиационной безопасности. М., НИЯУ МИФИ, 2011 г.
4. Панин М.П. Моделирование переноса излучения. М., МИФИ, 2008 г.
5. Костерев В.В. Надежность технических систем и управление риском. М., МИФИ, 2008 г.
6. Болятко В.В., Демин В.М. и др. Основы экологии и охраны окружающей среды. М., МИФИ, 2008 г.

### Дополнительная:

1. 539.1 Гусев Н.Г., Климанов В.А., Суворов А.П., Машкович В.П. Защита 340 от ионизирующих излучений. Том 1., М.: Энергоатомиздат, 1989.
2. 539.1 Гусев Н.Г., Климанов В.А., Суворов А.П., Машкович В.П. Защита 340 от ионизирующих излучений. Том 2 Защита от излучений ядерно-технических установок. М.: Энергоатомиздат, 1990.
3. 539.1 Иванов В.И. Курс дозиметрии. М., Энергоатомиздат, 1988г. И-20
4. 61 Смирнов В.М.. Физиология человека. Медицина, Учебник для вузов.-М.: Медицина, 2002.
5. 57 Ярмоненко С.П., Вайнсон А.А. "Радиобиология человека и животных", М. Высшая школа, , 2004

\* - Книги находятся в читальных залах МИФИ.

**Методические рекомендации по проведению и защите выпускных  
квалификационных работ по специальности  
14.05.02 «Атомные станции: проектирование,  
эксплуатация и инжиниринг».  
Образовательная программа:  
«Радиационная безопасность атомных станций»**

**СОДЕРЖАНИЕ**

**ВВЕДЕНИЕ**

1. Общие требования к дипломной работе
2. Выбор темы
3. Выполнение выпускной квалификационной работы
4. Содержание выпускной квалификационной работы
5. Оформление выпускной квалификационной работы
6. Оценка выпускной квалификационной работы

## **ВВЕДЕНИЕ**

Выпускная квалификационная работа должна являться завершающим этапом изучения блока профилирующих дисциплин выбранного направления обучения. Цель подобного рода работ – углубить и конкретизировать знания студентов в рамках изучаемой дисциплины, полученные ими в ходе теоретических и практических занятий, привить им навыки самостоятельного подбора, осмысления и обобщения научной информации и литературы. Исследовательские работы позволяют студентам расширить круг дополнительно привлекаемой информации по выбранной теме, а также изучить те разделы курса, которые в ходе занятий рассматривались лишь в ознакомительном порядке.

Требования к структуре и содержанию работ, выполняемых на разных этапах обучения по различным дисциплинам учебного плана, согласно образовательного стандарта высшего образования Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» (ОС НИЯУ МИФИ) по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг» определяются образовательной организацией. Темы дипломных обсуждаются и утверждаются на кафедре.

Данные методические рекомендации, предназначены для предотвращения возможных ошибок при выполнении выпускной квалификационной работы.

### **1. Общие требования к выпускной квалификационной работе**

Выполнение выпускной квалификационной работы является заключительным этапом обучения студентов в высшем учебном заведении и имеет своей целью закрепление и углубление теоретических и практических знаний по избранной специальности и применение их для решения конкретных задач; формирование навыков ведения самостоятельной исследовательской работы и овладение методикой научного исследования; приобретение навыков обобщения и анализа результатов, полученных другими исследователями; выяснение подготовленности студента для самостоятельной работы в современных условиях.

По уровню выполнения выпускной квалификационной работы и результатам ее защиты Государственной комиссией делается заключение о возможности присвоения выпускнику соответствующей квалификации.

Выпускная квалификационная работа представляет собой теоретическое и/или экспериментальное исследование одной из актуальных тем в области физико-математических и физико-технических проблем радиационной безопасности человека и окружающей среды, в которой выпускник демонстрирует уровень овладения теоретическими знаниями и практическими умениями и навыками, позволяющими ему самостоятельно решать профессиональные задачи. В выпускной квалификационной работе должны сочетаться теоретическое освещение вопросов темы с анализом результатов научно-исследовательских работ.

Выпускная квалификационная (выпускная квалификационная) работа, в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг», является обязательной составной частью итоговой государственной аттестации выпускника НИЯУ МИФИ.

Выпускная квалификационная работа показывает уровень освоения выпускником методов научного анализа сложных физических систем, умение делать теоретические обобще-

ния и практические выводы, а так же позволяет расширить, систематизировать и закрепить теоретические/практические знания студентов при выполнении комплексных заданий с элементами научных исследований.

При написании выпускной квалификационной работы преследуются следующие цели:

- систематизация, закрепление и расширение полученных теоретических и практических знаний по специальности и их применение для постановки и решения конкретных научных и прикладных (практических) задач;
- углубление навыков ведения самостоятельной работы, овладение современной методикой проведения исследований при решении научно-исследовательских задач;
- развитие умения проводить критический анализ литературы, творчески обсуждать результаты работы, вести научную полемику.

Выпускная квалификационная работа должна:

- носить творческий характер с использованием новых результатов научно-исследовательских работ;
- отвечать требованиям логичного и четкого изложения материала, доказательности и достоверности фактов;
- отражать умение студента пользоваться рациональными приемами поиска, отбора, обработки и систематизации информации, способности работать с нормативными правовыми актами;
- соответствовать правилам оформления работы, установленным соответствующими стандартами (четкая структура, логичность содержания, правильное оформление библиографических ссылок, библиографического описания, списка используемых источников, аккуратность выполненной работы).

## **2. Выбор темы**

Тематика выпускной квалификационной работы должна быть актуальной, соответствовать современному состоянию и перспективам развития физики. Тематика определяется кафедрой, совместно с научным руководителем выпускной квалификационной работы, с учетом актуальных научно-исследовательских задач.

Студенту предоставляется право выбора темы выпускной квалификационной работы. Студент может предложить свою тему выпускной квалификационной работы с необходимым обоснованием целесообразности ее разработки, а кафедра утвердить её или мотивировано отказать в утверждении, если тема не представляет собой научной и практической значимости.

Выбор темы выпускной квалификационной работы может быть связан с проблемами, изучавшимися студентом во время преддипломной практики.

По одной проблеме могут выполняться дипломные работы несколькими студентами-выпускниками (но не более 2-х человек в одной группе), если тема, цели и задачи исследова-

ния различны. Это различие должно быть отражено в плане выпускной квалификационной работы.

Темы дипломных работ и научные руководители утверждаются кафедрой. Утверждение тематики и руководителей дипломных работ производится не менее чем за 3 месяца до начала итоговой государственной аттестации.

Научный руководитель выпускной квалификационной работы осуществляет контроль над процессом исследования:

- выдает студенту-выпускнику задание по выпускной квалификационной работе;
- оказывает помощь в составлении календарного плана выполнения выпускной квалификационной работы;
- рекомендует студенту необходимые основную научную, методическую литературу, справочные материалы, учебные пособия и другие источники по теме работы;
- проводит консультации;
- проверяет выполнение работы (по частям и в целом).

После завершения выпускником исследования, студент сдает работу на бумажном носителе. Научный руководитель предоставляет письменный отзыв, в котором содержится характеристика текущей работы студента над выбранной темой, а также рекомендация по допуску к защите, отмечается ее актуальность, практическая значимость, оцениваются достоверность и полнота полученных результатов. Автор несет ответственность за достоверность данных представленных в выпускной квалификационной работе, он обязан давать ссылки на автора и источник использования чужого материала. Без ссылки на автора или источник заимствования, выпускная квалификационная работа к защите не допускается, а допущенная подлежит неудовлетворительной оценке.

### **3. Выполнение выпускной квалификационной работы**

Совместно с научным руководителем, студент составляет первоначальный план работы. Включенные в него вопросы могут меняться, уточняться, формулироваться более удачно. Возможно последующее расширение или сужение первоначально запланированных глав и параграфов, их замена в связи появлением новых научных работ, сбором дополнительного экспериментального материала и т. д.

Выпускная квалификационная работа выполняется на основе анализа научной, учебной, практической и методической литературы, web-публикаций и т.д. Подбор студентами необходимых источников может осуществляться на основе рекомендаций научного руководителя с использованием предметно-тематических и алфавитных каталогов научных библиотек, картотек и указателей научных работ, журнальных статей, специальных библиографических справочников, издаваемых по различным тематикам, тематических сборников литературы.

### **4. Общие требования к содержанию выпускной квалификационной работы**

Выпускная квалификационная работа должна иметь четкую и логичную структуру.

*Титульный лист* является первой страницей выпускной квалификационной работы. После титульного листа помещается *оглавление*, в котором приводятся все заголовки выпускной квалификационной работы (кроме подзаголовков, даваемых в подбор с текстом) и указываются страницы, с которых они начинаются. Заголовки оглавления должны точно повторять заголовки в тексте. Заголовки одинаковых ступеней рубрикации необходимо располагать друг под другом. Заголовки каждой последующей ступени смещают на 5 знаков вправо по отношению к заголовкам предыдущей ступени. Все заголовки начинаются с заглавной буквы без точки в конце. Последнее слово каждого заголовка соединяют отточием с соответствующим ему номером страницы в правом столбце оглавления.

При использовании в тексте выпускной квалификационной работы большого количества аббревиатур, целесообразно после оглавления поместить *список используемых сокращений*.

*Во введении* четко и убедительно обосновывается актуальность избранной темы и современное состояние разрабатываемой проблемы, характеризуется научно-практическая база и методика проведенного исследования, формулируются цель и задачи выпускной квалификационной работы. Объем данной части выпускной квалификационной работы обычно составляет 3-5 страниц.

Обоснование *актуальности* темы (значимости, важности, приоритетности среди других тем и событий) исследования – одно из основных требований, предъявляемых к выпускной квалификационной (выпускной квалификационной) работе. Студент-выпускник должен кратко сформулировать причины выбора именно данной темы, охарактеризовать особенности современного состояния исследуемой темы. Необходимо также обосновать недостаточность ее разработанности в научных исследованиях, необходимость изучения проблемы.

*Цель* выпускной квалификационной работы – прогнозирование результата.

*Задачи* выпускной квалификационной работы представляют собой пути достижения цели.

*Метод исследования* – способ получения достоверных научных знаний, умений, практических навыков и данных в различных сферах деятельности.

В процессе исследования возможно использовать следующие методы:

1. изучение и анализ научной и специальной литературы;
2. изучение и обобщение отечественной и зарубежной практики;
3. сравнение, анализ, синтез и т. д.

Также в выпускной квалификационной работе должны присутствовать элементы *научной новизны*. Научная новизна в зависимости от характера и сущности исследования может формулироваться по-разному. Для теоретических работ научная новизна определяется тем, что нового внесено в теорию и методику исследуемого предмета. Для работ практической направленности научная новизна определяется результатом, который был получен впервые, или развивает и уточняет сложившиеся ранее научные представления и практические достижения.

*В заключении* суммируются теоретические и практические выводы, а также предложения, выносимые автором как основополагающие в результате проведенного исследования.

Данные выводы и предложения должны быть четкими, понятными и доказательными, логически вытекать из содержания глав и параграфов работы. На их основе у рецензента, членов государственной аттестационной комиссии должно сформироваться целостное представление о содержании, значимости и ценности представленного исследования. При этом объем заключения обычно составляет 5 % от общего объема выпускной квалификационной работы.

*Приложения* являются не обязательным, но желательным элементом выпускной квалификационной работы. В них сосредотачивается различный вспомогательный материал, относящийся к основному содержанию работы и подтверждающий содержащиеся в ней выводы, предложения.

*Графические материалы* позволяют наглядно проиллюстрировать замысел и основные итоги проведенного исследования, а также сэкономить отпущенное на доклад время. К защите выпускной квалификационной работы они выполняются в виде схем, диаграмм, таблиц, на листах формата А1, а также на электронных носителях, позволяющих применять мультимедийные технологии. При этом буквенный текст и цифровой материал следует оформить так, чтобы они свободно воспринимались с расстояния 4-5 метров. Материалы могут быть оформлены также на стандартных листах формата А-4 и предложены членам комиссии в виде так называемого «раздаточного материала». Количество, состав и содержание графических материалов определяются научным руководителем (обычно 3-5 листов).

Качество оформления выпускной квалификационной работы учитывается государственной аттестационной комиссией при выставлении итоговой оценки.

Результаты проведенного исследования должны быть изложены понятным языком, стилистически и грамматически правильно, логически последовательно, без исправлений и подчисток, без пропусков и произвольных сокращений. Изложение текста должно осуществляться в форме безличного монолога, ведущегося от третьего лица. Использование форм первого и второго лица нежелательно.

## **5. Оформление выпускной квалификационной работы**

Выпускная квалификационная работа, как правило, включает следующие структурные элементы:

1. Титульный лист.
2. Оглавление работы.
3. Введение.
4. Основная часть, включающая обычно две или три главы, в каждой из которых выделяется, как правило, 2-3 параграфа.
5. Заключение.
6. Список библиографических источников.
7. Приложения.
8. Графические материалы, позволяющие понять суть исследуемой проблемы.

Требования к оформлению выпускной квалификационной работы базируются на следующих государственных стандартах:

1. ГОСТ 7.32-2001 – Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления

Общий объем выпускной квалификационной работы 2 п. л. (50 страниц машинописного текста).

Выпускная квалификационная работа выполняется на одной стороне листа (формат А-4) красителем черного цвета через полуторный интервал с использованием шрифта «Times New Roman», 14 кегль шрифта, количество знаков на странице – примерно 1800. При размещении текста на странице следует оставлять поля (левое – 30 мм, верхнее – 20 мм, правое – 15 мм, нижнее – 20 мм).

После распечатки рукописи текст работы должен быть тщательно проверен автором с целью устранения имеющихся ошибок и опечаток.

Каждая структурная часть работы (введение, главы, заключение, список библиографических источников, приложения) должна начинаться с новой страницы. Расстояния между названием и текстом параграфа, между заголовком главы и параграфа – 12 мм (24 пт), последней строчкой предыдущего параграфа и расположенным ниже заголовком – 16 мм (32 пт).

Названия глав и параграфов, указанных в оглавлении работы, должны соответствовать их наименованию в тексте. Одновременно содержание названных частей выпускной квалификационной работы должно соответствовать их названию.

Наименование глав и параграфов работы должны быть, по возможности, краткими. При их написании не допускаются сокращения и переносы используемых слов. Точка в конце заголовка не ставится. Если они состоят из двух предложений, то их следует разделять точкой. Название параграфа не должно быть последней строкой на странице, а новая страница не должна начинаться с так называемой «висячей» (т. е. короткой) строки.

Заголовки структурных частей работы (оглавление, введение, названия глав, заключение, список библиографических источников, приложения) располагаются в середине строки без кавычек и печатаются жирными заглавными буквами.

Номер и название параграфа печатается с заглавной буквы строчным жирным шрифтом, выравнивание по ширине.

При оформлении дипломных работ используется сквозная нумерация страниц по всему тексту, включая список библиографических источников и приложения. Каждая страница работы нумеруется арабскими цифрами с использованием шрифта № 10. Титульный лист и оглавление, хотя и включаются в общую нумерацию (страницы 1 и 2 соответственно), однако номера страниц на них не ставятся. На остальных листах номер располагается сверху страницы в середине верхнего поля без точки.

В тексте выпускной квалификационной работы, кроме общепринятых буквенных аббревиатур, используются вводимые авторами буквенные аббревиатуры, сокращённо обозначающие какие-либо понятия из соответствующих областей знания. При этом первое упоминание

вание таких аббревиатур указывается в круглых скобках после полного наименования, в дальнейшем они употребляются в тексте без расшифровки.

Все иллюстрации (фотографии, схемы, графики) именуется в тексте рисунками. Они нумеруются в пределах каждой главы арабскими цифрами. Номер рисунка должен состоять из номера главы и порядкового номера рисунка, разделенных между собой точкой. Например, подпись «Рис. 1.2» означает второй рисунок в первой главе. Каждый рисунок должен сопровождаться подписью, характеризующей его содержание. Подпись включает в себя название рисунка и необходимые пояснения и размещается под рисунком в одну строку с его номером, выравнивается по расположению рисунка.

Рисунки размещаются в работе сразу же за теми страницами, текст которых поясняется данным рисунком.

Числовые данные оформляются в виде таблиц. Каждая такая таблица должна иметь заголовок, включающий расшифровку условных обозначений. Таблицы, как и рисунки, нумеруются в пределах главы. Номер таблицы и ее название указываются над таблицей. Номер таблицы выравнивается по правому краю. Заголовок таблицы выравнивается по центру таблицы, выделяется жирным шрифтом. Таблицы размещаются в тексте работы или на отдельных листах, включаемых в общую нумерацию страниц. Таблицы можно оформлять 12 кеглем шрифта. Примечания и сноски к таблице печатаются непосредственно под таблицей.

При использовании в работе материалов, заимствованных из литературных источников, цитировании различных авторов, необходимо делать соответствующие ссылки, а в конце работы помещать список использованной литературы. Не только цитаты, но и произвольное изложение заимствованных из литературы принципиальных положений, включаются в выпускную квалификационную работу со ссылкой на источник.

Приложения следует оформлять как продолжение выпускной квалификационной работы. Все приложения помещаются после списка библиографических источников.

Каждое приложение должно начинаться с новой страницы и иметь заголовок с указанием в правом верхнем углу страницы слова «Приложение ...». Очередность их расположения должна соответствовать порядку ссылок на них в тексте.

При наличии в работе более одного приложения их следует пронумеровать арабскими цифрами без знака № (например: Приложение 3). Если приложение размещается более чем на одном листе, подписывается и нумеруется каждый лист (Приложение 3 (продолжение)). Нумерация страниц, на которых даются приложения, должна быть сквозной и продолжать общую нумерацию страниц основного текста. Связь основного текста с приложениями осуществляется через ссылки – (Приложение 4). Каждое приложение обычно имеет самостоятельное значение и может использоваться независимо от основного текста.

В приложения нельзя включать список использованной литературы, вспомогательные указатели всех видов, справочные комментарии и примечания, которые являются не приложениями к основному тексту, а элементами справочно-сопроводительного аппарата работы, помогающими пользоваться её основным текстом.

## **6. Оценка выпускной квалификационной работы**

Законченный вариант выпускной квалификационной работы представляется научному руководителю и рецензенту. В качестве рецензента могут выступать сотрудники НИЯУ

МИФИ, других университетов и организаций. После просмотра и одобрения выпускной квалификационной работы студент предоставляет ее ответственному лицу кафедры вместе со письменным отзывом научного руководителя и рецензией.

Выпускная квалификационная работа с отзывом научного руководителя и рецензента направляется в аттестационную комиссию для защиты.

Подготовив выпускную квалификационную работу к защите, студент-выпускник готовит выступление (защитное слово в форме доклада), наглядную информацию – схемы, таблицы, графики и другой иллюстративный материал – для использования во время защиты.

Дипломные работы защищаются студентами на открытом заседании экзаменационной комиссии при участии в нем не менее 2/3 ее общего состава. Помимо членов комиссии на защите могут присутствовать научные руководители и рецензенты представляемых работ.

Секретарь комиссии представляет выпускника, тему его работы членам экзаменационной комиссии. Затем в течение 7-10 минут (это примерно соответствует 4-5 страницам обычного текста, набранного с полуторным межстрочным интервалом, размер шрифта 14) выпускник излагает основные результаты проведенного исследования. При этом должна быть обоснована актуальность выпускной квалификационной работы, сформулированы его цель и задачи. После этого излагаются полученные автором результаты, те выводы и предложения, к которым он пришел, дается оценка эффективности тех предложений, которые сформулированы автором.

Члены экзаменационной комиссии знакомятся с отзывом научного руководителя и рецензией. После выступления студент-выпускник отвечает на вопросы членов комиссии, а также на замечания, содержащиеся в отзывах научного руководителя и рецензента.

После окончания публичной защиты экзаменационная комиссия проводит свое закрытое заседание, на котором оцениваются ее результаты. С правом совещательного голоса на нем могут присутствовать научные руководители и рецензенты защищенных работ. Принятие решения по каждому из выпускников производится комиссией на основании ознакомления ее членов с оригиналом представленной работы, доклада ее автора в ходе защиты, отзыва научного руководителя и представленной рецензии. При этом комиссией учитываются глубина проведенного исследования, его теоретический уровень, значимость полученных результатов, обоснованность выводов и предложений, сформулированных автором, соответствие оформления дипломного исследования установленным стандартам, качество иллюстративного материала, а также уровень общей подготовленности студента к выполнению своих профессиональных обязанностей. Решение по каждой работе принимается путем открытого голосования, на основе мнения большинства членов комиссии.

Выставленные оценки объявляются в день защиты дипломных работ после оформления в установленном порядке протокола заседания экзаменационной комиссии.

В качестве *критериев* при оценке дипломных работ должны учитываться:

- 1) мнение рецензента и научного руководителя;
- 2) уровень устного доклада и качество ответов на вопросы членов комиссии;
- 3) актуальность избранной темы и тех задач, которые стояли перед автором;

- 4) обоснованность результатов проведенного исследования и сформулированных по его итогам выводов и предложений, степень новизны полученных в ходе проведенного исследования результатов;
- 5) степень самостоятельности студента при написании работы;
- б) практическая значимость полученных в ходе выполненного исследования результатов.

*Обоснованность* полученных результатов, а также выводов и предложений, содержащихся в работе, определяется с позиций их соответствия известным научным положениям и фактам, корректности методики проведенного исследования и иных соображений.

*Новизна полученных результатов* определяется как: 1) установление нового научного факта или подтверждение известного факта для новых условий; 2) получение сведений, приводящих к формулировке проверяемых гипотез, которые требуют дальнейшей проверки; 3) применение известных методик для решения новых задач; 4) введение в научный оборот новых данных; 5) обоснованное решение поставленной задачи.

*Личный вклад* студента в подготовку представленной работы определяется степенью его самостоятельности при выборе темы, постановке задач исследования, обработке и осмыслении полученных результатов, написании и оформлении рукописи.

*Практическая значимость* полученных в ходе написания выпускной квалификационной работы результатов оценивается возможностью их использования в научно-исследовательской, правоприменительной и законотворческой деятельности.

Результаты защиты выпускной квалификационной работы оцениваются аттестационной комиссией: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

*Формат представления – на усмотрение ФУМО.*

## **Раздел 6. ПРИМЕРНЫЕ УСЛОВИЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ОПОП**

*Примерные условия реализации образовательных программ должны содержать примерные расчеты нормативных затрат оказания государственных услуг по реализации образовательной программы (возможно, путем отсылки к соответствующим разделу ФГОС ВО и методике расчета Минобрнауки России).*

*Остальные компоненты могут содержать ссылку на ФГОС ВО или рекомендации по созданию условий реализации образовательных программ (материально-техническое и учебно-методическое обеспечение образовательной программы, включая перечень лицензионного программного обеспечения, перечень и состав профессиональных баз данных и информационных справочных систем, кадровое обеспечение образовательной программы)<sup>22</sup>.*

---

<sup>22</sup> На усмотрение ФУМО

## **Раздел 7. СПИСОК РАЗРАБОТЧИКОВ ПООП**

*Формат представления – на усмотрение ФУМО.*

Перечень профессиональных стандартов,  
соответствующих профессиональной деятельности выпускников, освоивших  
программу специалитета по направлению подготовки 14.05.02 Атомные стан-  
ции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг (уровень специалитет)

№ п/п	Код профессио- нального стандарта	Наименование профессионального стандарта
01 Образование и наука		
1.	01.004	Профессиональный стандарт «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 8 сентября 2015 г. № 608н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 24 сентября 2015 г., регистрационный № 38993)
24 Атомная промышленность		
2.	24.014	Профессиональный стандарт «Специалист по организации технической эксплуатации (атомных паропроизводящих установок, ядерных энергетических установок, электромеханической службы) всех специальностей», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 7 апреля 2014 г. № 202н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 8 мая 2014 г., регистрационный № 32210), с изменениями, внесенными приказами Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12 декабря 2016 г. № 727н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 13 января 2017 г., регистрационный № 45230)
3.	24.020	Профессиональный стандарт «Дозиметрист судов с ядерной энергетической установкой, судов атомно-технического обслуживания (инженер всех категорий)», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 31 октября 2014 г. № 858н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 28 ноября 2014 г., регистрационный № 34978), с изменениями, внесенными приказами Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12 декабря 2016 г. № 727н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 13 января 2017 г., регистрационный № 45230)
4.	24.021	Профессиональный стандарт «Специалист атомно-механической службы судов с ядерными энергетическими установками, судов атомно-технологического обслуживания

<sup>23</sup> В соответствии с приложением 1 к ФГОС ВО, должен быть дополнен ПС, разработанными на момент разработки (актуализации) ПООП

		(всех категорий)», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 4 августа 2014 г. № 529н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 3 сентября 2014 г., регистрационный № 33942), с изменениями, внесенными приказами Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12 декабря 2016 г. № 727н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 13 января 2017 г., регистрационный № 45230)
5.	24.027	Профессиональный стандарт «Инженер наземных и гидротехнических сооружений плавучих атомных станций», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10 марта 2015 г. № 152н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 1 апреля 2015 г., регистрационный № 36660).
6.	24.028	Профессиональный стандарт «Специалист ядерно-физической лаборатории в области атомной энергетики», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12 марта 2015 г. № 159н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 2 апреля 2015 г., регистрационный № 36691)
7.	24.030	Профессиональный стандарт «Специалист по экологической и радиационной безопасности плавучих атомных станций», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 31 марта 2015 г. № 203н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 27 апреля 2015 г., регистрационный № 37038)
8.	24.031	Профессиональный стандарт «Специалист в области учета и контроля ядерных материалов в области атомной энергетики», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 14 мая 2015 г. № 293н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 25 мая 2015 г., регистрационный № 37373)
9.	24.032	Профессиональный стандарт «Специалист в области теплоэнергетики (реакторное отделение)», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 7 мая 2015 г. № 280н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 26 мая 2015 г., регистрационный № 37394)
10.	24.033	Профессиональный стандарт «Специалист в области контрольно - измерительных приборов и автоматики атомной станции», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29 мая 2015 г. № 333н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 11 июня 2015 г., регистрационный № 37638)
11.	24.036	Профессиональный стандарт «Специалист в области профессионального обучения в атомной энергетике», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29 мая 2015 г. № 330н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 11 июня 2015 г., регистрационный № 37646)

12.	24.038	Профессиональный стандарт «Специалист по эксплуатации электроэнергетических систем плавучих атомных станций», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 сентября 2015 г. № 641н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 1 октября 2015 г., регистрационный № 39085)
13.	24.039	Профессиональный стандарт «Специалист по организации технической эксплуатации плавучих атомных станций», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 сентября 2015 г. № 638н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 8 октября 2015 г., регистрационный № 39238)
40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности		
1.	40.008	Профессиональный стандарт «Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 11 февраля 2014 г. № 86н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 21 марта 2014 г., регистрационный № 31696), с изменениями, внесенными приказами Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12 декабря 2016 г. № 727н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 13 января 2017 г., регистрационный № 45230)
2.	40.011	Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 4 марта 2014 г. № 121н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 21 марта 2014 г., регистрационный № 31692), с изменениями, внесенными приказами Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12 декабря 2016 г. № 727н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 13 января 2017 г., регистрационный № 45230)

Перечень обобщенных трудовых функций и трудовых функций, имеющих отношение к профессиональной деятельности выпускника программы специалитета по направлению 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»

Код и наименование ПС	Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
01 Образование						
01.004 Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования	код	наименование	уровень квалификации	наименование	код	уровень (подуровень) квалификации
	G	Научно-методическое и учебно-методическое обеспечение реализации программ профессионального обучения, СПО и ДПП	7	Разработка научно-методических и учебно-методических материалов, обеспечивающих реализацию программ профессионального обучения, СПО и(или) ДПП	G/01.7	7.3
			Рецензирование и экспертиза научно-методических и учебно-методических материалов, обеспечивающих реализацию программ профессионального обучения, СПО и(или) ДПП	G/02.7	7.3	
	H	Преподавание по программам специалитета и ДПП, ориентированным на соответствующий уровень квалификации <sup>1</sup>	7	Преподавание учебных курсов, дисциплин (модулей) или проведение отдельных видов учебных занятий по программам специалитета и(или) ДПП	H/01.6	6.2
	Организация научно-исследовательской, проектной, учебно-профессиональной и иной		H/02.6	6.2		

<sup>24</sup> Формат представления Приложения 2 – на усмотрение ФУМО

				деятельности обучающихся по программам специалитета и(или) ДПП под руководством специалиста более высокой квалификации		
				Профессиональная поддержка ассистентов и преподавателей, контроль качества проводимых ими учебных занятий <sup>ii</sup>	Н/03.7	7.1
				Разработка под руководством специалиста более высокой квалификации учебно-методического обеспечения реализации учебных курсов, дисциплин (модулей) или отдельных видов учебных занятий программ специалитета и(или) ДПП	Н/04.7	7.1
<b>24 Атомная промышленность</b>						
24.014 Специалист по организации технической эксплуатации (атомных паропроизводящих установок, ядерных энергетических установок, электромеханической службы) всех специальностей						
24.020 Дозиметрист судов с ядерной энергетической установкой, судов атомно-технического обслуживания (инженер всех категорий)						
24.021 Специалист атомно-механической службы судов с ядерными энергетическими установками, судов атомно-технологического обслуживания (всех категорий)						
24.027 Инженер наземных и гидротехнических сооружений плавучих атомных станций	В	Организация и контроль безопасного и безаварийного состояния наземных и	7	Организация содержания и надзора за состоянием наземных и гидротехнических сооружений ПАТЭС	В/01.7	7

		гидротехнических сооружений ПАТЭС		Организация и контроль своевременного проведения ремонтных работ на наземных и гидротехнических сооружениях ПАТЭС	В/02.7	7
				Планирование, организация и контроль деятельности подчиненных работников в зоне обслуживания наземных и гидротехнических сооружений ПАТЭС	В/03.7	7
24.028 Специалист ядерно-физической лаборатории в области атомной энергетики	В	Руководство инженерно-физическим сопровождением и контролем обеспечения ядерной безопасности, надежности и экономической эффективности в процессе эксплуатации, ремонта, перегрузок и пуска реакторной установки	7	Контроль обеспечения ядерной, радиационной, технической, пожарной безопасности, требований охраны труда при работе со свежим и отработавшим ядерным топливом в процессе производства электрической и тепловой энергии на атомных станциях	В/01.7	7
				Руководство инженерно-физическим сопровождением эксплуатации активной зоны реакторной установки	В/02.7	7
				Руководство эксплуатацией систем, оборудования, средств измерения, контроля, управления, автоматики, средств вычислительной техники	В/03.7	7
				Организация и планирование работ ядерно-физической лаборатории	В/04.7	7
	С	Организация и координация производственной деятельности ядерно-физической лаборатории	7	Организация контроля обеспечения ядерной, радиационной, технической, пожарной безопасности, требований охраны труда при работе со свежим и отработавшим ядерным топливом в процессе производства электрической и тепловой энергии на атомных станциях	С/01.7	7

				Организация инженерно-физического сопровождения эксплуатации активной зоны реакторной установки	С/02.7	7
				Организация эксплуатации систем, оборудования, средств измерения, контроля, управления, автоматики, вычислительной техники	С/03.7	7
				Анализ и планирование производственной деятельности ядерно-физической лаборатории	С/04.7	7
24.030 Специалист по экологической и радиационной безопасности плавучих атомных станций	В	Организация и контроль экологически и радиационно безопасной эксплуатации систем и оборудования ПАТЭС	7	Обеспечение и контроль ядерной безопасности ПАТЭС	В/01.7	7
				Организация и контроль экологической и радиационной безопасности ПАТЭС	В/02.7	7
				Организация контроля состояния и поддержания готовности и работоспособности систем ядерной, экологической и радиационной безопасности	В/03.7	7
				Планирование, организация и контроль деятельности подчиненных работников	В/04.7	7
24.031 Специалист в области учета и контроля ядерных материалов в области атомной энергетики	В	Организация и контроль выполнения работ, связанных с учетом и контролем ядерных материалов и обеспечением ядерной безопасности при хране-	7	Контроль расчетов и подтверждающих измерений характеристик ядерного топлива на АС	В/01.7	7

		нии, использовании и транспортировке ядерного топлива на АС		Организация работ по учету и контролю обращения ядерного топлива	V/02.7	7
				Организация контроля ядерной безопасности при хранении, использовании и транспортировке ядерного топлива на АС	V/03.7	7
	С	Руководство работой службы учета и контроля ядерных материалов АС	7	Планирование и организация работы системы учета и контроля обращения ядерного топлива на АС	C/01.7	7
				Планирование и организация мероприятий, обеспечивающих ядерную безопасность при хранении, использовании и транспортировке ядерного топлива на АС	C/02.7	7
				Организация и координация работы персонала службы учета и контроля ядерных материалов АС	C/03.7	7
	24.032 Специалист в области теплоэнергетики (реакторное отделение)	В	Обеспечение безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов, основных фондов реакторного отделения АЭС	7	Обеспечение взаимодействия в процессе инженерно-технической поддержки при эксплуатации реакторного оборудования, технологических систем, основных фондов реакторного отделения АЭС	V/01.7
Организация работ подчиненного персонала в реакторном отделении АЭС					V/02.7	7

	С	Контроль, организация и планирование безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов, основных фондов реакторного отделения АЭС	7	Организация и планирование безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов, основных фондов реакторного отделения АЭС	С/01.7	7
				Координация и контроль деятельности подчиненного персонала реакторного отделения АЭС	С/02.7	7
24.033 Специалист в области КИПиА атомной станции	С	Контроль выполнения подразделением комплекса работ по эксплуатации и ТОиР СИ, СА и аппаратуры СУЗ (по профилю подразделения)	7	Организация и контроль выполнения производственным подразделением работ по обеспечению эксплуатации СИ, СА и аппаратуры СУЗ на АС	С/01.7	7
				Разработка годовых и текущих рабочих планов (графиков) ТОиР СИ, СА и аппаратуры СУЗ, разработка планов работы с персоналом	С/02.7	7
				Организация и контроль выполнения ТОиР СИ, СА и аппаратуры СУЗ, контроль своевременности проведения профилактических осмотров и различных видов ремонта	С/03.7	7
				Обеспечение и контроль безопасного проведения работ и соблюдения требований охраны труда, радиационной и пожарной безопасности	С/04.7	7
				Обеспечение оперативного и производственного взаимодействия со смежными службами, подразделениями АС и специализированными подрядными организациями	С/05.7	7

				Управление подчиненным персоналом структурного подразделения цеха тепловой автоматики и измерений (ТАИ)	С/06.7	7
24.036 Специалист в области профессионального обучения в атомной энергетике	В	Организация работы по подготовке, реализации и анализу результатов процесса профессионального обучения персонала АЭС	7	Анализ потребности подразделений АЭС в профессиональном обучении персонала и планирование проведения обучения	В/01.7	7
				Организация процесса по разработке программ профессионального обучения персонала АЭС и контроль результатов обучения	В/02.7	7
				Организация и контроль процесса разработки учебно-методических материалов	В/03.7	7
				Организация процесса разработки технических средств обучения	В/04.7	7
				Организация и контроль процесса профессионального обучения персонала АЭС	В/05.7	7
				Организация деятельности по оценке результатов обучения	В/06.7	7
				24.038 Специалист по эксплуатации электроэнергетических систем плавучих атомных станций	В	Организация и контроль качества работы по эксплуатации ЭЭС, оборудования ПАТЭС

		и выдаче электроэнергии		Организация контроля состояния и поддержания работоспособности ЭЭС и оборудования ПАТЭС в зоне обслуживания	В/02.7	7
				Планирование, организация и контроль профессиональной деятельности подчиненных работников	В/03.7	7
24.039 Специалист по организации технической эксплуатации плавучих атомных станций	В	Организация и контроль безаварийной эксплуатации ПАС	7	Организация безопасной эксплуатации технических средств, систем и конструкций ПАС	В/01.7	7
				Организация надзора за техническим состоянием и ремонтными работами на ПАС и их контроля	В/02.7	7
				Планирование, организация и контроль деятельности подчиненного персонала	В/03.7	7
<b>40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности</b>						
40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам	D	Осуществление научного руководства в соответствующей области знаний	7	Формирование новых направлений научных исследований и опытно-конструкторских разработок	D/01.7	7
				Подготовка и осуществление повышения квалификации кадров высшей квалификации в соответствующей области знаний	D/02.7	7

				Координация деятельности соисполнителей, участвующих в выполнении работ с другими организациями	D/03.7	7
				Определение сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	D/04.7	7
40.008 Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами	С	Осуществление технического руководства проектно-изыскательскими работами при проектировании объектов, ввод в действие и освоение проектных мощностей	7	Организация выполнения научно-исследовательских работ в соответствии с тематическим планом отдела (отделения)	C/01.7	7
				Контроль выполнения договорных обязательств и проведения научно-исследовательских работ, предусмотренных планом заданий	C/02.7	7
	D	Осуществление руководства разработкой комплексных проектов на всех стадиях и этапах выполнения работ	7	Организация выполнения научно-исследовательских работ в соответствии с тематическим планом организации	D/01.7	7
				Организация технического и методического руководства проектированием продукции (услуг)	D/02.7	7
				Разработка плана мероприятий по сокращению сроков и стоимости проектных ра-	D/03.7	7

				бот		
				Организация выполнения научно-исследовательских работ в соответствии с тематическим планом организации	D/01.7	7

<sup>i</sup> К данной обобщенной трудовой функции также относится преподавание по иным программам высшего образования и дополнительным профессиональным программам, если соответствующие учебные предметы, курсы, дисциплины (модули) ориентированы на подготовку не выше 6 уровня квалификации (например, преподавание иностранного языка по образовательным программам специалитета или магистратуры, не связанным с его освоением как профессии) и(или) осуществляется подготовка, не связанная непосредственно с освоением квалификации (например, преподавание физической культуры по программам высшего образования).

<sup>ii</sup> Трудовая функция Н/03.7 «Профессиональная поддержка ассистентов и преподавателей, контроль качества проводимых ими учебных занятий» выполняется занимающими должность старшего преподавателя.