

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Воронежский государственный университет»**

**УТВЕРЖДЕНО**

Ученым советом ФГБОУ ВО «ВГУ»

от 30.05.2024 г. протокол №5

**Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования**

14.04.02 Ядерные физика и технологии

Специализация: Физика атомного ядра и частиц

Уровень высшего образования: магистратура

Квалификация: **магистр**

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2024

СОГЛАСОВАНО  
Представитель(и) работодателя:



Проректор-директор  
Нововоронежского филиала  
АНО ДПО «Техническая  
академия Росатома»  
Солнцев А.В.

**Утверждение изменений в ОПОП для реализации в 2023/2024 учебном году**

ОПОП пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023/2024 учебном году на заседании ученого совета университета 30.05.2023 г. протокол № 6

Заместитель председателя Ученого совета ФГБОУ ВО «ВГУ»

\_\_\_\_\_ Е.Е. Чупандина

\_\_\_.\_\_\_.20\_\_ г.

**Утверждение изменений в ОПОП для реализации в 20\_\_/20\_\_ учебном году**

ОПОП пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 20\_\_/20\_\_ учебном году на заседании ученого совета университета \_\_.\_\_.20\_\_ г. протокол № \_\_\_\_

Заместитель председателя Ученого совета ФГБОУ ВО «ВГУ»

\_\_\_\_\_ Е.Е. Чупандина

\_\_\_.\_\_\_.20\_\_ г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения	5
1.1. Нормативные документы	5
1.2. Перечень сокращений, используемых в ОПОП	5
2. Характеристика профессиональной деятельности выпускника	6
2.1. Общее описание профессиональной деятельности выпускников	6
2.2. Перечень профессиональных стандартов	6
3. Общая характеристика основной профессиональной образовательной программы	6
3.1. Профиль/специализация образовательной программы	6
3.2. Квалификация, присваиваемая выпускникам образовательной программы	6
3.3 Объем программы	7
3.4 Срок получения образования	7
3.5 Минимальный объем контактной работы по образовательной программе	7
3.6 Язык обучения	7
3.7 Применение электронного обучения и дистанционных образовательных технологий	7
3.8 Реализация образовательной программы в сетевой форме	7
3.9 Рабочая программа воспитания, календарный план воспитательной работы	7
4. Планируемые результаты освоения ОПОП	7
4.1 Универсальные компетенции выпускников и результаты их достижения	7
4.2 Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения	11
4.3 Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения	12
5. Структура и содержание ОПОП	16
5.1. Структура и объем ОПОП	16
5.2 Календарный учебный график	16
5.3. Учебный план	17
5.4. Рабочие программы дисциплин (модулей), практик	17
5.5. Государственная итоговая аттестация	17
6. Условия осуществления образовательной деятельности	17
6.1 Общесистемные требования	17
6.2 Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение образовательной программы	18
6.3 Кадровые условия реализации программы	19
6.4 Финансовые условия реализации программы	19
6.5 Оценка качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся	19
Приложение №1	21
Приложение №2	22
Приложение №3	27
Приложение №4	32
Приложение №5	33
Приложение №6	39
Приложение №7	111
Приложение №8	122
Приложение №9	177

Приложение №10	184
Приложение №10.1	601
Приложение №10.2	616

## **1. Общие положения**

Основная профессиональная образовательная программа (далее – ОПОП) по направлению подготовки 14.04.02 Ядерная физика и технологии представляет собой комплекс основных характеристик образования (объем, содержание, планируемые результаты) и организационно-педагогических условий (материально-техническое, учебно-методическое, кадровое и финансовое обеспечение), который представлен в виде учебного плана, календарного учебного графика, рабочих программ учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), иных компонентов, оценочных и методических материалов, а также рабочей программы воспитания, календарного плана воспитательной работы, форм аттестации.

### **1.1. Нормативные документы**

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273 – ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федеральный государственный образовательный стандарт по направлению подготовки 14.04.02 Ядерная физика и технологии высшего образования, утвержденный приказом Минобрнауки России от «21» ноября 2014 г. №1503 (далее – ФГОС ВО);
- Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 26 ноября 2020 г. № 1456 «О внесении изменений в федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования»;
- Приказ Минобрнауки России от 05.04.2017 № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;
- 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;
- Положение об информационно-образовательной среде Воронежского государственного университета, введенного в действие приказом ректора от 24.06.2016, №0596 (в редакции приказа от 29.11.2017, № 0956);
- Устав ФГБОУ ВО «ВГУ».

### **1.2. Перечень сокращений, используемых в ОПОП**

ФГОС ВО – федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования;

ФУМО – федеральное учебно-методическое объединение;

УК - универсальные компетенции;

ОПК – общепрофессиональные компетенции;

ПК - профессиональные компетенции;

ПООП - примерная основная образовательная программа;

ОПОП – основная профессиональная образовательная программа;

ОТФ - обобщенная трудовая функция;

ТФ - трудовая функция;

ТД - трудовое действие;

ПС – профессиональный стандарт.

## **2. Характеристика профессиональной деятельности выпускников**

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

Области профессиональной деятельности и (или) сферы профессиональной деятельности, в которых выпускники, освоившие программу, могут осуществлять профессиональную деятельность:

– 24 Атомная промышленность

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

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

В рамках освоения программы специалитета выпускники готовятся к решению задач профессиональной деятельности следующих типов:

– научно-исследовательский;

Основными объектами профессиональной деятельности выпускников являются:

– 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 технологии в медицине, математические модели для теоретического 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, экологического мониторинга окружающей среды, обеспечения безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики.

### **2.2. Перечень профессиональных стандартов**

Перечень используемых профессиональных стандартов, соотнесенных с федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 14.04.02 Ядерная физика и технологии и используемых при формировании ОПОП приведен в приложении 1.

Перечень обобщённых трудовых функций и трудовых функций, имеющих отношение к профессиональной деятельности выпускника данной образовательной программы, представлен в приложении 2.

## **3. Общая характеристика основной профессиональной образовательной программы**

### **3.1. Профиль/специализация образовательной программы**

Профиль образовательной программы в рамках направления специальности – физика атомного ядра и частиц.

### **3.2. Квалификация, присваиваемая выпускникам образовательной программы**

Квалификация, присваиваемая выпускникам образовательной программы: магистр.

### 3.3. Объем программы

Объем программы составляет 120 зачетных единиц вне зависимости от применяемых образовательных технологий, реализации программы по индивидуальному учебному плану.

Объем программы, реализуемый за один учебный год, составляет не более 70 з.е. вне зависимости от применяемых образовательных технологий, реализации программы по индивидуальному учебному плану (за исключением ускоренного обучения), а при ускоренном обучении – не более 80 з.е.

### 3.4. Срок получения образования:

в очной форме обучения составляет 2 года.

### 3.5. Минимальный объем контактной работы

Минимальный объем контактной работы по образовательной программе составляет 1274 часа.

### 3.6. Язык обучения

Программа реализуется на русском языке.

### 3.7. Применение электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (в соответствии с ФГОС ВО)

Реализация программы возможна с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета и с использованием массовых открытых онлайн курсов (МООК), размещенных на открытых образовательных платформах.

### 3.8. Реализация образовательной программы в сетевой форме

Реализация программы в сетевой форме не предусмотрена

### 3.9. Рабочая программа воспитания, календарный план воспитательной работы представлены в Приложении 7.

## 4. Планируемые результаты освоения ОПОП

### 4.1 Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

В результате освоения программы у выпускника должны быть сформированы следующие **универсальные компетенции**

Таблица 4.1

Категория универсальных компетенций	Код	Формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения универсальной компетенции
Системное и критическое мышление	УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации. УК-1.2. Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников.

			УК-1.3. Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая достоинства и недостатки.
Разработка и реализация проектов	УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	<p>УК-2.1. Формулирует конкретную, специфичную, измеримую во времени и пространстве цель, а также определяет дорожную карту движения к цели, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений</p> <p>УК-2.2. Составляет иерархическую структуру работ, распределяет по задачам финансовые и трудовые ресурсы, использует актуальное ПО</p> <p>УК-2.3. Проектирует смету и бюджет проекта, оценивает эффективность результатов проекта</p> <p>УК-2.4. Составляет матрицу ответственности и матрицу коммуникаций проекта</p> <p>УК-2.5. Использует гибкие технологии для реализации задач с изменяющимися во времени параметрами.</p>
Командная работа и лидерство	УК-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	<p>УК-3.1. Вырабатывает конструктивные стратегии и на их основе формирует команду, распределяет в ней роли для достижения поставленной цели</p> <p>УК-3.2. Планирует и корректирует работу команды с учетом интересов, особенностей поведения и мнений ее членов, распределяет поручения и делегирует полномочия членам команды для достижения поставленной цели</p> <p>УК-3.3. Разрешает конфликты и противоречия при деловом общении в команде на основе учета интересов всех сторон</p> <p>УК-3.4. Организует и руководит дискуссиями по заданной теме и обсуждением результатов работы команды с привлечением последователей и оппонентов разработанным идеям</p> <p>УК-3.5. Проявляет лидерские и командные качества, выбирает оптимальный стиль взаимодействия при организации и руководстве работой команды</p>
Коммуникация	УК-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	<p>УК-4.1. Выбирает на государственном и иностранном языках коммуникативно приемлемые стратегии академического и профессионального общения</p> <p>УК-4.2. Владеет культурой письменного и устного оформления профессионально ориентированного научного текста на государственном языке РФ</p> <p>УК-4.3. Умеет вести устные деловые переговоры в процессе профессионального взаимодействия на государственном языке РФ</p>

			<p>УК-4.4. Аргументировано и конструктивно отстаивает свои позиции и идеи в академических и профессиональных дискуссиях на государственном языке РФ</p> <p>УК-4.5. Владеет интегративными коммуникативными умениями в устной и письменной иноязычной речи в ситуациях академического и профессионального общения</p>
Межкультурное взаимодействие	УК-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	<p>УК-5.1. Анализирует историко-культурные традиции различных социальных групп, опираясь на знание этапов исторического развития России (включая основные события, основных исторических деятелей) в контексте мировой истории и ряда культурных традиций мира (в зависимости от среды и задач образования)</p> <p>УК-5.2. Выделяет специфические черты и маркеры разных культур, религий, с последующим использованием полученных знаний в профессиональной деятельности и межкультурной коммуникации</p>
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни	<p>УК-6.1. Оценивает свои личностные ресурсы, оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания</p> <p>УК-6.2. Самостоятельно выявляет мотивы и стимулы для саморазвития, определяет реалистичные цели и приоритеты профессионального роста, способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям</p> <p>УК-6.3. Выстраивает гибкую профессиональную траекторию, используя инструменты непрерывного образования, с учетом задач саморазвития, накопленного опыта профессиональной деятельности и динамично изменяющихся требований рынка труда</p> <p>УК-6.4. Реализует приоритеты собственной деятельности, в том числе в условиях неопределенности, корректируя планы и способы их выполнения с учетом имеющихся ресурсов</p>

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

В результате освоения программы у выпускника должны быть сформированы следующие **общепрофессиональные компетенции**:

**Таблица 4.2**

Категория компетенций	Код	Формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции
Проведение исследований	ОПК-1	Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать	ОПК-1.1. Знает этапы становления, формирования и развития физики как

		критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач	науки, основные методологические принципы физического исследования, научный подход к познанию мира, отделять его от псевдонаучной и антинаучной демагогии ОПК-1.2. Демонстрирует методологические проблемы, возникающие на разных этапах развития науки и физики ОПК-1.3. Владеет основами проблем развития физики, навыками выделения на каждом этапе этого развития методологических аспектов
	ОПК-2	Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.1. Знает физические основы использования ядерной энергии ОПК-2.2. Применяет современные методы исследования характеристик ядерных установок ОПК-2.3. Представляет результаты расчета характеристик ядерных реакторов в наглядной форме ОПК-2.4. Владеет навыком осуществления выбора и создания критериев оценки исследований
Обработка и анализ информации, информационная безопасность	ОПК-3	Способен оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ	ОПК-3.1. Знает основные возможности пакетов офисных программ и систем компьютерной верстки ОПК-3.2. Применяет пакеты офисных программ для оформления результатов научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов в соответствии с требованиями научных редакций ОПК-3.3. Использует пакеты офисных программ для подготовки презентаций ОПК-3.4. Владеет навыками компьютерной верстки документов в соответствии с предъявляемыми издательствами требованиями ОПК-3.5. Использует основные возможности систем компьютерной математики для аналитических и численных расчетов, графического представления результатов расчетов

#### 4.3. Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

В результате освоения программы у выпускника должны быть сформированы следующие профессиональные компетенции:

Таблица 4.3

Тип задач профессиональной деятельности	Код	Формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции
Научно-исследовательский	ПК-1	Способен к созданию теоретических и математических моделей, описывающих	ПК-1.1. Знает основные модели процессов в области физики атомного ядра, конденсированное состояние вещества, взаимодействие излучения с веществом

		<p>конденсированное состояние вещества, распространение и взаимодействие излучения с веществом</p>	<p>ПК-1.2. Составляет математические модели ядерно-физических процессов;  ПК-1.3. Осуществляет теоретическое моделирование ядерно-физических систем и процессов  ПК-1.4. Знает современные представления в области физики атомного ядра необходимых для описания процессов, протекающих в ядерно-энергетических установках  ПК-1.5. Применяет знания теории атомного ядра на практике для решения фундаментальных и прикладных научных задач в области современной ядерной физики  ПК-1.6. Знает основные свойства и особенности операционных систем и современных компьютерных оболочек, а также пакеты разработка физических и математических моделей для применения их в моделировании ядерно-физических процессов переноса излучения через вещество и процессов в энергетических ядерных реакторах для последующей организации научных исследований с использованием средств ЭВМ  ПК-1.7. Осуществляет физическую постановку задачи, выбор подходящего пакета прикладных программ для решения задачи, разрабатывать алгоритм и моделировать на компьютере исследуемые физические процессы переноса излучения через вещество и процессы в ядерных реакторах, производить анализ полученных результатов  ПК-1.8. Владеет навыками математического и компьютерного моделирования физических процессов, происходящих в ядерных реакторах, представления полученных результатов моделирования в наглядной форме</p>
<p>Научно-исследовательский</p>	<p>ПК-2</p>	<p>Готов к созданию новых методов расчета современных физических установок и устройств, разработке методов регистрации ионизирующих излучений, методов оценки количественных характеристик ядерных материалов</p>	<p>ПК-2.1. Знает методы и средства определения характеристик заряженных частиц, обработки аппаратного спектра  ПК-2.2. Оценивает возможности методов и средств измерения характеристик заряженных частиц  ПК-2.3. Знает физико-химические характеристики материалов, измеряемые с помощью мессбауэровской спектроскопии  ПК-2.4. Знает методы и средства моделирования физико-технических процессов в физических установках, методы и средства регистрации излучений, характеристики ядерных материалов  ПК-2.5. Применяет знания о методах и средствах спектрометров, уметь получать характеристики аппаратного спектра заряженных частиц  ПК-2.6. Формулирует задачи и цели</p>

			исследований, модифицировать методы расчета из измерений под поставленные задачи
Научно-исследовательский	ПК-3	Способен к созданию теоретических и математических моделей, описывающих физику кинетических явлений или процессы в реакторах, ускорителях	<p>ПК-3.1. Знает основы теплогидравлического расчета реактора и основные требования к конструкциям ЯЭР</p> <p>ПК-3.2. Выполняет теплогидравлический расчет реакторов</p> <p>ПК-3.3. Обосновывает выбор технических решений и конструкций ЯЭР</p> <p>ПК-3.4. Знает принцип работы и состав ядерного реактора, требования, предъявляемые к теплоносителям, реакторным материалам и их основные характеристики</p> <p>ПК-3.5. Знает физические основы и принципы управления реактором</p> <p>ПК-3.6. Обосновывает выбор технических решений и конструкций ЯЭР при переходных режимах работы ЯЭР</p> <p>ПК-3.7. Рассчитывает переход активной зоны ЯЭУ на другой уровень мощности; оценивает обогащение топлива для реакции деления, анализирует состояние размножающей системы и проводит оценки основных характеристик ЯЭР при нестационарных процессах в ЯЭР</p>
Технологический	ПК-4	Способен использовать фундаментальные законы в области физики атомного ядра и частиц, ядерных реакторов, конденсированного состояния вещества, экологии в объеме, достаточном для самостоятельного комбинирования и синтеза реальных идей	<p>ПК-4.1. Знает фундаментальные понятия, базовые модели, принципы и математические методы теории переноса излучений, а также границы их применимости</p> <p>ПК-4.2. Выделяет конкретное «физическое» содержание в прикладных задачах переноса излучений, проводить анализ полученных результатов, ставить и решать конкретные задачи переноса излучений</p> <p>ПК-4.3. Знает основные закономерности процессов генерации, распространения нейтронов, а также взаимодействия нейтронов с атомными ядрами</p> <p>ПК-4.4. Рассчитывает характеристики генерации, распространения нейтронов, а также взаимодействия нейтронов с атомными ядрами.</p> <p>ПК-4.5. Имеет представление о современных подходах к описанию ядерных реакций; фундаментальные законы теории ядерных реакций</p> <p>ПК-4.6. Выполняет теоретические расчеты при решении научных и исследовательских задач с использованием современных методов теории ядерных реакций</p> <p>ПК-4.7. Знает основные предположения, уравнения и соотношения, относящиеся к оболочечной, обобщенной и сверхтекучей моделям атомного ядра</p> <p>ПК-4.8. Рассчитывает среднее время жизни радиоактивных ядер, пользуясь законом радиоактивного распада и справочными данными</p>

Технологический	ПК-5	Способен осуществлять контроль, организацию и планирование безопасной эксплуатации тепло- и электрооборудования, трубопроводов, парогенераторов АЭС, а также основных фондов реакторного отделения АЭС	<p>ПК-5.1. Обладает знаниями физических основ процессов переноса тепла</p> <p>ПК-5.2. Осуществляет расчеты теплообменников и активных зон реакторов, проводит оценку тепло-гидравлических характеристик на основе простейших моделей; использует программы расчетов тепло-гидравлических характеристик ячейки реактора и реактора в целом</p> <p>ПК-5.3. Осуществляет поиск и анализирует научно-техническую информацию и выбирает необходимые данные для тепло-гидравлических расчетов; выбирает конструкционные материалы активной зоны реактора в зависимости от условий работы</p> <p>ПК-5.4. Знает термины и определения в области динамики жидкости и газа</p> <p>ПК-5.5. Рассчитывает потери на трение и местные сопротивления</p> <p>ПК-5.6. Знает процессы в электронных компонентах, цепях и устройствах, понимает принципиальные возможности и ограничения электронных устройств, методов исследований и измерений, применяющихся физиками-экспериментаторами, работающими в области ядерной физики и физики элементарных частиц</p> <p>ПК-5.7. Использует общие методы построения систем измерений и обработки экспериментальных результатов, и применять их для исследования излучений радиоактивных источников и частиц высокой энергии</p> <p>ПК-5.8. Владеет практическими навыками выбора схмотехнических решений и расчета параметров и режимов работы элементов схемы для решения конкретных задач.</p>
Технологический	ПК-6	Способен самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования с оптимизированием методов исследования	<p>ПК-6.1. Применяет методы исследования вещества на современных спектрометрах и детекторах, в том числе методы альфа-, бета и гамма- спектроскопии для проведения исследований образцов</p> <p>ПК-6.2. Знает методы и методики спектрометрии и излучений</p> <p>ПК-6.3. Анализирует данные, получаемые при использовании различных методик измерений в мессбауэровской спектрометрии. а также данные, получаемые в различных магниторезонансных спектрометрах с точки зрения структуры исследуемых образцов</p> <p>ПК-6.4. Владеет методами измерений характеристик материалов с помощью мессбауэровской спектрометрии, владеет методами изучения физико-химических характеристик материалов с помощью магниторезонансных спектрометров</p>

			<p>ПК-6.5. Знает физические явления, на которых основано определение элементного и изотопного состава вещества, основы исследования структурных характеристик материалов методами масс-спектрометрии, резерфордовского рассеяния, каналирования, мессбауэровской спектроскопии</p> <p>ПК-6.6. Выбирает метод измерений и обработки экспериментальных результатов при планировании эксперимента для проведения исследований излучений различных радиоактивных источников и частиц высокой энергии</p> <p>ПК-6.7. Владеет навыками практического применения спектрометрии: осуществлять градуировку спектрометров энергий гамма-излучений, определять относительную активность источников излучений, проводить идентификацию типа заряженных частиц по удельной ионизации</p> <p>ПК-6.8. Знает основы радиометрических измерений суммарной активности и методы регистрации радионуклидов, методы радиохимического анализа</p>
Технологический	ПК-7	Способен оценивать риск и определять меры безопасности для ядерных установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения	<p>ПК-7.1. Знает тепловые процессы, протекающие в устройствах для преобразования и использования энергии, элементах конструкций аппаратов и установок, которые разрабатываются, создаются и применяются в областях энергетической техники</p> <p>ПК-7.2. Владеет терминологией в области реакторостроения; навыками поиска информации о тепло-гидравлических свойствах материалов активной зоны; навыками применения информации о технических параметрах основных видов ядерных реакторов при проектировании ядерных реакторов</p> <p>ПК-7.3. Знает физические основы и принципы управления реактором, требования, предъявляемые к надежности и безопасности работы реактора, конструкции ядерных энергетических реакторов (ЯЭР) ВВЭР, РБМК, БН и перспективных проектов</p> <p>ПК-7.4. Знает основы диффузии нейтронов, пространственного распределения замедляющихся нейтронов</p> <p>ПК-7.5. Проводит оценку риска для ядерных установок, связанных с пространственным распределением нейтронов в среде</p> <p>ПК-7.6. Владеет методами расчета нейтронных полей с целью уменьшения риска возникновения аварийных ситуаций</p> <p>ПК-7.7. Оценивает параметры дискретизации, программировать простые</p>

			<p>системы автоматизации, соответствующие безопасности эксплуатации ядерных установок</p> <p>ПК-7.8. Владеет методами выбора оптимальной технологии программного управления элементами системы автоматизации, соответствующей безопасности эксплуатации ядерных установок</p>
Технологический	ПК-8	<p>Способен обеспечивать радиационный контроль и экологически безопасную эксплуатацию ядерных энергетических установок с применением технических средств радиационного контроля ЯЭУ и АЭС и вести индивидуальный дозиметрический контроль персонала</p>	<p>ПК-8.1. Знает современные методы дозиметрии</p> <p>ПК-8.2. Владеет методикой расчета доз, методом градуировок и поверок различных типов радиометров для контроля за различными типами радиоактивных источников</p> <p>ПК-8.3. Знает методы и задачи радиоэкологии</p> <p>ПК-8.4. Проводит радиационный мониторинг окружающей среды, осуществляет отбор проб и их предварительную подготовку</p> <p>ПК-8.5. Владеет методами дозиметрии внешнего облучения</p> <p>ПК-8.6. Знает биологическое действие излучений на организм, основные сведения о природных и антропогенных радионуклидах в окружающей среде, тенденции в развитии энергетики, в том числе ядерной энергетики, радиационной безопасности и охране окружающей среды при эксплуатации АЭС, защитных мероприятиях и мерах по преодолению последствий при авариях на объектах атомной энергетики, организации и проведении радиационного мониторинга производственных объектов и окружающей среды.</p>

## 5. Структура и содержание ОПОП

### 5.1. Структура и объем ОПОП

ОПОП включает обязательную часть и часть, формируемую участниками образовательных отношений (вариативную).

Образовательная программа включает следующие блоки:

**Таблица 5.1**

Структура программы		Объем программы и ее блоков, в з.е.
Блок 1	Дисциплины (модули)	90 з.е.
Блок 2	Практика	24 з.е.
Блок 3	Государственная итоговая аттестация	6 з.е.
Объем программы		240 з.е.

Обязательная часть Блока 1 состоит из дисциплин, направленных на реализацию универсальных (УК) и общепрофессиональных (ОПК) компетенций, а также профессиональных компетенций, установленных в качестве обязательных, и не зависит от профиля ОПОП.

Часть, формируемая участниками образовательных отношений, Блока 1 направлена на формирование или углубление универсальных компетенций, формирование рекомендуемых (вузовских) профессиональных компетенций, определяющих способность выпускника решать специализированные задачи профессиональной деятельности, соотнесенные с запросами работодателей.

Матрица соответствия компетенций, индикаторов их достижения и элементов ОПОП приведена в приложении 3.

В Блок 2 Практика включены следующие виды практик – учебная и производственная. В рамках ОПОП проводятся следующие практики:

- Учебная практика (ознакомительная)
- Производственная практика (научно-исследовательская работа)
- Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика)
- Производственная практика, преддипломная

Формы, способы и порядок проведения практик устанавливаются соответствующим Положением о практической подготовке.

В Блок 3 «Государственная итоговая аттестация» входит «Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы».

Объем обязательной части, без учета объема государственной итоговой аттестации, составляет 25,8 % от общего объема программы специалитета, что соответствует п. 2.9 ФГОС ВО.

### 5.2. Календарный учебный график

Календарный учебный график определяет периоды теоретического обучения, практик, НИР, экзаменационных сессий, государственной итоговой аттестации, каникул и их чередования в течение периода обучения, а также сводные данные по бюджету времени (в неделях). Календарный учебный график представлен в Приложении 4.

### 5.3. Учебный план

Документ, определяющий перечень дисциплин (модулей), практик, их объем (в зачетных единицах и академических часах), распределение по семестрам, по видам работ (лекции, практические, лабораторные, самостоятельная работа), наличие

курсовых работ, проектов, форм промежуточной аттестации. Учебный план представлен в Приложении 5.

#### **5.4. Рабочие программы дисциплин (модулей), практик**

Аннотации рабочих программ дисциплин представлены в Приложении 8. Аннотации рабочих программ практик представлены в Приложении 9.

Рабочие программы размещены в ЭИОС ВГУ. Каждая рабочая программа содержит оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю), практике.

ФОС по образовательной программе, включающий комплекс заданий различного типа, используемых при проведении оценочных процедур по отдельным дисциплинам (модулям), практикам (текущего контроля / промежуточной аттестации / государственной итоговой (итоговой) аттестации), направленный на оценивание достижения обучающимися результатов освоения ОПОП (сформированности компетенций) представлен в Приложении 10.

#### **5.5 Государственная итоговая аттестация**

Государственная итоговая аттестация (ГИА) проводится после освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы в полном объеме.

Порядок проведения, формы, содержание, оценочные материалы, критерии оценки и методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов освоения образовательной программы регламентируется Положением о порядке проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры Воронежского государственного университета, утвержденным Ученым советом ВГУ и программой государственной итоговой аттестации по образовательной программе, утвержденной Ученым советом физического факультета. Программа ГИА размещена в ЭИОС ВГУ.

### **6. Условия осуществления образовательной деятельности**

#### **6.1. Общесистемные требования**

Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам для проведения всех видов аудиторных занятий, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к ЭИОС из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», как на территории университета, так и вне ее.

ЭИОС университета обеспечивает:

доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), практик;

формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы;

доступ к электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам):

– «Университетская библиотека online» - Контракт №3010-06/23-22 от 30.12.2022. Срок действия контракта: с 30.12.2022 до 12.02.2024. Срок оказания услуг: с 12.01.2023 по 11.01.2024.

– «Консультант студента» - Лицензионный договор №3010-06/22-22 от 30.12.2022. Срок действия договора: с 30.12.2022 до 11.02.2024. Срок оказания услуг: с 12.01.2023 по 11.01.2024.

- «Консультант студента» - Дополнительное соглашение №1 от 09.01.2023 о внесении изменений в Лицензионный Договор №3010-06/22-22 от 30.12.2022.
- ЭБС «Лань» - Лицензионный Договор №3010-14/37-23 от 07.03.2023
- ЭБС «Лань» - Контракт №3010-15/231-22 от 17.05.2022
- Информационно-телекоммуникационная система «Контекстум» (Национальный цифровой ресурс «РУКОНТ») - Договор ДС-208 от 01.02.2021
- Образовательная платформа «ЮРАЙТ» - Договор № 3010-14/69-23 от 04.05.2023
- Grebennikon электронная библиотека (ООО "Издательский дом "Гребенников") - Договор №41/ИА/2023/3010-06/02-23 от 17.03.2023
- Grebennikon электронная библиотека (ООО "Издательский дом "Гребенников") - Дополнительное соглашение №1 о внесении изменений в Договор №41/ИА/2023/3010-06/02-23 от 17.03.2023

Для дисциплин, реализуемых с применением ЭО и ДОТ электронная информационно-образовательная среда Университета дополнительно обеспечивает: фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения программы;

проведение учебных занятий, процедур оценки результатов обучения, реализация которых предусмотрена с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий;

взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействия посредством сети «Интернет» (в соответствии с разделом «Требования к условиям реализации программы» ФГОС ВО).

## **6.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение программы**

6.2.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных данной программой, оснащены оборудованием, техническими средствами обучения, программными продуктами, состав которых определяется в РПД, РПП. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

6.2.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит обновлению при необходимости).

6.2.3. Используемые в образовательном процессе печатные издания представлены в библиотечном фонде Университета из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочих программах дисциплин (модулей), практик, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль), проходящих соответствующую практику.

6.2.4. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит обновлению (при необходимости).

Перечень материально-технического оборудования и программного обеспечения, представлен в Приложении 6.

## **6.3. Кадровые условия реализации программы**

Реализация программы обеспечивается педагогическими работниками университета, а также лицами, привлекаемыми к реализации программы на иных условиях.

Квалификация педагогических работников Университета отвечает квалификационным требованиям, указанным в квалификационных справочниках, и (или) профессиональных стандартах (при наличии).

96% процентов численности педагогических работников Университета, участвующих в реализации программы, и лиц, привлекаемых к реализации программы бакалавриата на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), ведут научную, учебно-методическую и (или) практическую работу, соответствующую профилю преподаваемой дисциплины (модуля), что соответствует п. 4.4.3 ФГОС ВО.

12% процентов численности педагогических работников Университета, участвующих в реализации программы бакалавриата, и лиц, привлекаемых к реализации программы бакалавриата на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), являются руководителями и (или) работниками иных организаций, осуществляющими трудовую деятельность в профессиональной сфере, соответствующей профессиональной деятельности, к которой готовятся выпускники (имеют стаж работы в данной профессиональной сфере не менее 3 лет), что соответствует п. 4.4.4 ФГОС ВО.

93,6% процентов численности педагогических работников Университета и лиц, привлекаемых к образовательной деятельности Университета на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), имеют ученую степень и (или) ученое звание, что соответствует п. 4.4.5 ФГОС ВО.

#### **6.4 Финансовые условия реализации программы**

Финансовое обеспечение реализации программы осуществляется в объеме не ниже значений базовых нормативов затрат на оказание государственных услуг по реализации образовательных программ высшего образования - программ специалитета и значений корректирующих коэффициентов к базовым нормативам затрат, определяемых Минобрнауки России.

#### **6.5. Оценка качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся**

Качество образовательной деятельности и подготовки обучающихся по программе определяется в рамках системы внутренней оценки, а также внешней оценки качества образования.

В целях совершенствования программы при проведении регулярной внутренней оценки качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по программе привлекаются работодатели и (или) их объединения, иные юридические и (или) физические лица, включая педагогических работников Университета.

Внутренняя оценка качества образовательной деятельности проводится в рамках текущей, промежуточной и государственной (итоговой) аттестаций.

В рамках внутренней системы оценки качества образовательной деятельности по программе обучающимся предоставляется возможность оценивания условий, содержания, и качества образовательного процесса в целом и отдельных дисциплин (модулей) и практик.

Система внутренней оценки качества образования реализуется в соответствии с планом независимой оценки качества, утвержденным ученым советом факультета.

Внешняя оценка качества образовательной деятельности по программе проводится в рамках процедуры государственной аккредитации с целью

подтверждения соответствия образовательной деятельности по программе требованиям ФГОС ВО с учетом соответствующей ПООП.

Нормативно-методические документы и материалы, регламентирующие и обеспечивающие качество подготовки обучающихся:

Положение о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета, утвержденное ученым советом ВГУ;

Положение о проведении промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования, утвержденное решением Ученого совета ВГУ;

Положение о порядке проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры Воронежского государственного университета, утвержденное Ученым советом ВГУ;

Положение о независимой оценке качества образования в Воронежском государственном университете

Разработчики ОПОП:



Декан факультета \_\_\_\_\_ Овчинников О. В.

Руководитель (куратор) программы  Титова Л. В.

Группа разработчиков:

доцент кафедры ядерной физики Любашевский Дмитрий Евгеньевич,  
доцент кафедры ядерной физики Долгополов Михаил Анатольевич,  
доцент кафедры ядерной физики Вахтель Виктор Матвеевич

Программа рекомендована Ученым советом физического факультета от 18.04.2024 г. протокол № 4.

Перечень профессиональных стандартов, соотнесенных с федеральным государственным образовательным стандартом направления 14.04.02 Ядерные физика и технологии, используемых при разработке образовательной программы магистратуры

№ п/п	Код профессионального стандарта	Наименование профессионального стандарта
<i>24. Атомная промышленность</i>		
2	24.020	Профессиональный стандарт «Специалист по радиационному контролю атомной отрасли», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.02.2021 № 41н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 30 апреля 2021 г., регистрационный № 63341)
3	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)
4	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)
5	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)
6	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)
7	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)

## Приложение 2

Перечень обобщённых трудовых функций и трудовых функций, имеющих отношение к профессиональной деятельности выпускника  
 Образовательная программа: 14.04.02 Ядерные физика и технологии  
 Уровень образования: магистратура  
 Направление подготовки: Физика атомного ядра и частиц

Код и наименование профессионального стандарта	Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции	
	код	Наименование	уровень квалификации	Наименование	код
24.020 Специалист по радиационному контролю атомной отрасли	А	Выполнение радиационного контроля в организации атомной отрасли	5	Выполнение индивидуального дозиметрического контроля облучения персонала организации атомной отрасли	A/01.5
				Радиационный контроль зоны контролируемого доступа, санитарно-защитной зоны и зоны наблюдения организации атомной отрасли	A/02.5
				Обработка результатов радиационного контроля организации атомной отрасли, санитарно-защитной зоны и зоны наблюдения организации атомной отрасли	A/03.5
	В	Организационно-методическое обеспечение выполнения радиационного контроля в организации атомной отрасли	6	Методическое сопровождение работ по обеспечению радиационной безопасности в организации атомной отрасли	B/01.6
				Организация надежной и безопасной эксплуатации технических средств радиационного контроля в организации атомной отрасли	B/02.6
	С	Организация и контроль деятельности по обеспечению радиационной безопасности организации атомной отрасли	7	Организация деятельности службы радиационного контроля организации атомной отрасли	C/01.7
				Организация деятельности персонала службы радиационного контроля в организации атомной отрасли	C/02.7
				Осуществление производственного контроля радиационной безопасности в организации атомной отрасли	C/03.7
	24.028 Специалист ядерно-физической лаборатории в области атомной энергетики	А	Инженерно- физическое сопровождение и контроль обеспечения ядерной безопасности, надежности и экономической эффективности в	6	Обеспечение безопасной деятельности при работе со свежим и отработавшим ядерным топливом в процессе производства электрической и тепловой энергии на атомных станциях
Инженерно- физическое сопровождение эксплуатации активной зоны реакторной установки					A/02.6
Поддержание работоспособности и систем, оборудования, средств измерения, контроля, управления, автоматики,					A/03.6

		процессе эксплуатации, ремонта, перегрузок и пуска реакторной установки		вычислительной техники	
	В	Руководство инженерно-физическим сопровождением и контролем обеспечения	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
				Руководство инженерно-физическим сопровождением эксплуатации активной зоны реакторной установки	В/02.7
				Руководство эксплуатацией систем, оборудования, средств измерения, контроля, управления, автоматики, средств вычислительной техники	В/03.7
				Организация и планирование работ ядерно-физической лаборатории	В/04.7
	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
				Организация инженерно-физического сопровождения эксплуатации активной зоны реакторной установки контроля, управления, автоматики, вычислительной техники	С/02.7
				Организация эксплуатации систем, оборудования, средств измерения	С/03.7
				Анализ и планирование производственной деятельности ядерно-физической лаборатории	С/04.7
24.030 Специалист по экологической и радиационной безопасности плавучих атомных станций	А	Проведение комплекса работ по поддержанию экологически и радиационно безопасной эксплуатации систем и оборудования ПАТЭС	6	Контроль радиационной обстановки в зоне обслуживания	А/01.6
				Контроль состояния и поддержание работоспособности оборудования радиационного контроля в зоне обслуживания	А/02.6
				Обеспечение выполнения работ подчиненными работниками	А/03.6
	В	Организация и контроль экологически и радиационно безопасной эксплуатации систем и оборудования ПАТЭС	7	Обеспечение и контроль ядерной безопасности ПАТЭС	
				Организация и контроль экологической и радиационной безопасности ПАТЭС	
				Организация контроля состояния и поддержания готовности и работоспособности систем ядерной, экологической и радиационной безопасности	
				Планирование, организация и контроль деятельности	

				подчиненных работников	
	С	Руководство работой службы учета и контроля ядерных материалов АС	7	Планирование и организация работы системы учета и контроля обращения ядерного топлива на АС	С/01.7
				Планирование и организация мероприятий, обеспечивающих ядерную безопасность при хранении, использовании и транспортировке ядерного топлива на АС	С/02.7
				Организация и координация работы персонала службы учета и контроля ядерных материалов АС	С/03.7
				Координация и контроль деятельности подчиненного персонала реакторного отделения АЭС	С/02.7
24.031 Специалист в области учета и контроля ядерных материалов в области атомной энергетики	А	Выполнение работ, связанных с учетом ядерных материалов и обеспечением ядерной безопасности при хранении, использовании и транспортировке ядерного топлива на АС	6	Проведение расчетов и подтверждающих измерений характеристик ядерного топлива на АС	А/01.6
				Учет и контроль обращения ядерного топлива на АС	А/02.6
				Контроль ядерной безопасности при хранении, использовании и транспортировке ядерного топлива на АС	А/03.6
	В	Организация и контроль выполнения работ, связанных с учетом и контролем ядерных материалов и обеспечением ядерной безопасности при хранении, использовании и транспортировке ядерного топлива на АС	7	Контроль расчетов и подтверждающих измерений характеристик ядерного топлива на АС	В/01.7
				Организация работ по учету и контролю обращения ядерного топлива	В/02.7
				Организация контроля ядерной безопасности при хранении, использовании и транспортировке ядерного топлива на АС	В/03.7
	С	Руководство работой службы учета и контроля ядерных материалов АС	7	Планирование и организация работы системы учета и контроля обращения ядерного топлива на АС	С/01.7
				Планирование и организация мероприятий, обеспечивающих ядерную безопасность при хранении, использовании и транспортировке ядерного топлива на АС	С/02.7
Организация и координация работы персонала службы учета и контроля ядерных материалов АС				С/03.7	
24.038 Специалист по эксплуатации электроэнергетических систем плавучих атомных станций		Обеспечение работы ЭЭС и оборудования ПАТЭС	6	Осуществление оперативного управления ЭЭС и оборудованием ПАТЭС, производящим и выдающим электроэнергию	А/01.6
				Контроль состояния и поддержание работоспособности ЭЭС и оборудования ПАТЭС в зоне обслуживания	А/02.6

				Организация и контроль профессиональной деятельности подчиненных работников в зоне обслуживания	A/03.6
	B	Организация и контроль качества работы по эксплуатации ЭЭС, оборудования ПАТЭС и выдаче электроэнергии	7	Организация работы по эксплуатации ЭЭС и оборудования ПАТЭС, производящих и выдающих электроэнергию	B/01.7
Организация контроля состояния и поддержания работоспособности ЭЭС и оборудования ПАТЭС в зоне обслуживания				B/02.7	
Планирование, организация и контроль профессиональной деятельности подчиненных работников				B/03.7	
24.039 Специалист по организации технической эксплуатации плавучих атомных станций	A	Обеспечение безаварийной эксплуатации ПАС	6	Обеспечение безопасной технической эксплуатации технических средств, систем и конструкций ПАС	A/01.6
				Обеспечение выполнения ремонтных работ на ПАС	A/02.6
				Обеспечение выполнения работ подчиненным персоналом	A/03.6
	B	Организация и контроль безаварийной эксплуатации ПАС	7	Организация безопасной эксплуатации технических средств, систем и конструкций ПАС	B/01.7
				Организация надзора за техническим состоянием и ремонтными работами на ПАС и их контроля	B/02.7
				Планирование, организация и контроль деятельности подчиненного персонала	B/03.7

## Приложение 3

	Наименование	Формируемые индикаторы достижения компетенций
<b>Б1</b>	<b>Наименование дисциплины (модуля), практики</b>	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3; УК-2.4; УК-2.5; УК-3.1; УК-3.2; УК-3.3; УК-3.4; УК-3.5; УК-3.6; УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; УК-4.4; УК-4.5; УК-4.6; УК-5.1; УК-5.2; УК-5.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-2.4; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ОПК-3.4; ОПК-3.5; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-1.5; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-2.4; ПК-2.5; ПК-2.6; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-3.4; ПК-3.5; ПК-3.6; ПК-3.7; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-4.4; ПК-4.5; ПК-4.6; ПК-4.7; ПК-4.8; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3; ПК-5.4; ПК-5.5; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8; ПК-6.1; ПК-6.2; ПК-6.3; ПК-6.4; ПК-6.5; ПК-6.6; ПК-6.7; ПК-6.8; ПК-6.9; ПК-7.1; ПК-7.2; ПК-7.3; ПК-7.4; ПК-7.5; ПК-7.6; ПК-7.8; ПК-7.9; ПК-8.1; ПК-8.2; ПК-8.3; ПК-8.4; ПК-8.5; ПК-8.6
<b>Б1.0</b>	<b>Обязательная часть</b>	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3; УК-2.4; УК-2.5; УК-3.1; УК-3.2; УК-3.3; УК-3.4; УК-3.5; УК-3.6; УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; УК-4.4; УК-4.5; УК-4.6; УК-5.1; УК-5.2; УК-5.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-2.4; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ОПК-3.4; ОПК-3.5
Б1.0.01	Профессиональное общение на иностранном языке	УК-4.1; УК-4.5
Б1.0.02	Филологическое обеспечение профессиональной деятельности деловой коммуникации	УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; УК-4.4; УК-4.5; УК-4.6
Б1.0.03	Теория и практика аргументации	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3
Б1.0.04	Проектный менеджмент	УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3; УК-2.4; УК-2.5
Б1.0.05	История России в мировом историко-культурном контексте	УК-5.1; УК-5.2; УК-5.3
Б1.0.06	Современные теории и технологии развития личности	УК-3.1; УК-3.2; УК-3.3; УК-3.4; УК-3.5; УК-3.6; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4
Б1.0.07	Физика ядерных реакторов	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3
Б1.0.08	Технический английский язык	ОПК-1.2
Б1.0.09	История и методология физики	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.4
Б1.0.10	Физические основы ядерной энергетики	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3
Б1.0.11	Компьютерные технологии в науке и образовании	ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ОПК-3.4; ОПК-3.5
<b>Б1.В</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>	УК-3.6; УК-6.1; УК-6.4; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-1.5; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-2.4; ПК-2.5; ПК-2.6; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-3.4; ПК-3.5; ПК-3.6; ПК-3.7; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-4.4; ПК-4.5; ПК-4.6; ПК-4.7; ПК-4.8; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3; ПК-5.4; ПК-5.5; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8; ПК-6.1; ПК-6.2; ПК-6.3; ПК-6.4; ПК-6.5; ПК-6.6; ПК-6.7; ПК-6.8; ПК-6.9; ПК-7.1; ПК-7.2; ПК-7.3; ПК-7.4; ПК-7.5; ПК-7.6; ПК-7.8; ПК-7.9; ПК-8.1; ПК-8.2; ПК-8.3; ПК-8.4; ПК-8.5; ПК-8.6

Б1.В.01	Физический практикум по экспериментальным методам ядерной физики и дозиметрии	ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.6; ПК-6.1
Б1.В.02	Радиационная защита ядерных объектов	ПК-8.1; ПК-8.6
Б1.В.03	Топливный цикл	ПК-3.4; ПК-6.8; ПК-6.9; ПК-8.3; ПК-8.4; ПК-8.5
Б1.В.04	Тепломассообмен в энергетическом оборудовании	ПК-3.2; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3; ПК-7.1; ПК-7.2
Б1.В.05	Машины и оборудование АЭС	ПК-1.1; ПК-1.2
Б1.В.06	Дозиметрия и радиозэкология	ПК-6.1; ПК-8.1; ПК-8.2; ПК-8.5; ПК-8.6
Б1.В.07	Резонансные методы исследования	ПК-2.3; ПК-6.2; ПК-6.3; ПК-6.4
Б1.В.08	Спектрометрия ядерных излучений	ПК-6.5; ПК-6.6; ПК-6.7
Б1.В.09	Инструментальные и экспериментальные методы физики ядерных реакторов	ПК-2.4; ПК-3.1; ПК-6.6; ПК-6.7; ПК-6.8; ПК-6.9; ПК-7.3
Б1.В.10	Динамика жидкости и газа	ПК-5.4; ПК-5.5
Б1.В.11	Термогидравлические процессы в ядерных устройствах	ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-5.2; ПК-5.3; ПК-5.5
Б1.В.12	Ядерные модели	ПК-1.1; ПК-1.4; ПК-1.5; ПК-4.7; ПК-4.8
Б1.В.13	Теория переноса излучений	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-4.4; ПК-7.4; ПК-7.6
Б1.В.14	Безопасность и контроль в физике ядерных реакторов	ПК-1.4; ПК-2.4; ПК-3.3; ПК-3.4; ПК-3.6; ПК-3.7; ПК-6.8; ПК-6.9; ПК-7.3; ПК-7.5; ПК-7.6; ПК-7.8; ПК-7.9; ПК-8.6
Б1.В.ДВ.01	<i>Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.1</i>	ПК-5.6; ПК-5.8
Б1.В.ДВ.01.01	Ядерная электроника	ПК-5.6; ПК-5.8
Б1.В.ДВ.01.02	Ядерная спектроскопия	ПК-6.1
Б1.В.ДВ.01.03	Психолого-педагогическое сопровождение лиц с ограниченными возможностями здоровья	УК-6.1; УК-6.4
Б1.В.ДВ.02	<i>Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.2</i>	ПК-1.4; ПК-2.4; ПК-6.8; ПК-6.9; ПК-7.3; ПК-7.8; ПК-7.9
Б1.В.ДВ.02.01	Эксплуатационная безопасность и контроль АЭС	ПК-1.4; ПК-2.4; ПК-6.8; ПК-6.9; ПК-7.3; ПК-7.8; ПК-7.9
Б1.В.ДВ.02.02	Экспериментальные методы ядерной физики	ПК-5.7; ПК-6.2; ПК-6.5
Б1.В.ДВ.03	<i>Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.3</i>	ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.5; ПК-3.6; ПК-3.7
Б1.В.ДВ.03.01	Кинетика ядерных реакторов	ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-3.5; ПК-3.6; ПК-3.7
Б1.В.ДВ.03.02	Ядерные реакции	ПК-4.5; ПК-4.6
Б1.В.ДВ.04	<i>Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.4</i>	ПК-2.3; ПК-2.5; ПК-2.6; ПК-6.2; ПК-6.3; ПК-6.4

Б1.В.ДВ.04.01	Физический практикум по резонансным методам исследования	ПК-2.3; ПК-2.5; ПК-2.6; ПК-6.2; ПК-6.3; ПК-6.4
Б1.В.ДВ.04.02	Физический практикум по ядерной электронике и дозиметрии	ПК-5.7; ПК-5.8; ПК-6.1; ПК-8.1; ПК-8.2; ПК-8.5
Б1.В.ДВ.04.03	Основы конструктивного взаимодействия лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательном процессе	УК-3.6
<b>Б.2</b>	<b>Практика</b>	ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-1.6; ПК-1.7; ПК-1.8; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.5; ПК-2.6; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-3.4; ПК-3.5; ПК-3.6; ПК-3.7; ПК-4.2; ПК-4.4; ПК-4.5; ПК-4.6; ПК-4.7; ПК-4.8; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3; ПК-5.4; ПК-5.5; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8; ПК-6.1; ПК-6.3; ПК-6.4; ПК-6.6; ПК-6.7; ПК-7.2; ПК-7.4; ПК-7.5; ПК-7.6; ПК-7.7; ПК-7.8; ПК-7.9; ПК-8.1; ПК-8.2; ПК-8.3; ПК-8.4; ПК-8.5; ПК-8.6
<b>Б.2.0</b>	<b>Обязательная часть</b>	
<b>Б.2.В</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>	
Б2.В.01(У)	Учебная практика ознакомительная	ПК-1.6; ПК-1.7; ПК-1.8
Б2.В.02(Н)	Производственная практика, научно-исследовательская работа	ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-1.7; ПК-1.8; ПК-2.2; ПК-2.5; ПК-2.6; ПК-3.1; ПК-4.2; ПК-4.4; ПК-4.6; ПК-4.8; ПК-6.1; ПК-6.3; ПК-6.4; ПК-6.6; ПК-6.7; ПК-7.2; ПК-7.4; ПК-7.5; ПК-7.6; ПК-7.7; ПК-7.8; ПК-7.9
Б2.В.03(П)	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика)	ПК-3.2; ПК-3.3; ПК-3.4; ПК-3.5; ПК-3.6; ПК-3.7; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-5.3; ПК-5.4; ПК-5.5; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8; ПК-8.1; ПК-8.2; ПК-8.3; ПК-8.4; ПК-8.5; ПК-8.6
Б2.В.04(Пд)	Производственная практика, преддипломная	ПК-1.6; ПК-1.7; ПК-1.8; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-3.1; ПК-3.5; ПК-3.6; ПК-3.7; ПК-4.5; ПК-4.6; ПК-4.7; ПК-4.8; ПК-6.4
<b>Б.3</b>	<b>Государственная итоговая аттестация</b>	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-1.5; ПК-1.6; ПК-1.7; ПК-1.8; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-2.4; ПК-2.5; ПК-2.6; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-4.4; ПК-4.5; ПК-4.6; ПК-4.7; ПК-4.8; ПК-6.1; ПК-6.2; ПК-6.3; ПК-6.4; ПК-6.5; ПК-6.6; ПК-6.7; ПК-6.8; ПК-6.9
Б3.01(Д)	Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-1.5; ПК-1.6; ПК-1.7; ПК-1.8; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-2.4; ПК-2.5; ПК-2.6; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-4.4; ПК-4.5; ПК-4.6; ПК-4.7; ПК-4.8; ПК-6.1; ПК-6.2; ПК-6.3; ПК-6.4; ПК-6.5; ПК-6.6; ПК-6.7; ПК-6.8; ПК-6.9
	Факультативы	ПК-1.4; ПК-1.5
ФТД.01	Теория систем многих частиц	ПК-1.4; ПК-1.5
ФТД.02	Фундаментальные взаимодействия	ПК-1.4; ПК-1.5



**Учебный план 1 курс**

**Приложение 5**

**Учебный план 2 курс**

### Материально-техническое обеспечение

#### Материально-техническое обеспечение основной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата 14.04.02 Ядерные физика и технологии

N п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	2	3	4
1	Профессиональное общение на иностранном языке	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель, ноутбук ASUS VIVOBOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Apllo-Microsoft Windows 7. Сертификат №MB1826402 от 17.04.2012, бессрочная лицензия LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 320

		<p><a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>))</p>	
		<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</p> <p>Ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Apllo-T</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 31</p>
		<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:</p>	<p>г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5</p>

		<p><a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>  Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p> <p>Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	
2	<p>Филологическое обеспечение профессиональной деятельности деловой коммуникации</p>	<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов, текущего контроля и промежуточной аттестации</p> <p>Специализированная мебель, ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Aplo-T</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019</p> <p>LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)</p> <p>Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/">https://get.adobe.com/ru/reader/</a>)</p>	<p>(г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 336</p>

		legal/licenses)	
		<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</p> <p>Ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Apllo-T</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 31
		<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/">https://get.adobe.com/ru/reader/</a></p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5

		<p>legal/licenses)          Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	
3	Теория и практика аргументации	<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации</p> <p>Специализированная мебель, ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Applo-T</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 436
		<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</p> <p>Ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 31

		экран для проектора на штативе SceenMedia Apllo-T	
		<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019 LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)</p> <p>Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5
4	Проектный менеджмент	<p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации</p> <p>Специализированная мебель, ноутбук</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 320

	<p>15,6" DNS (0164925), проектор EPSON EB-X11, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Apllo-T</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019 LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)</p> <p>Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	
	<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</p> <p>Ноутбук 15,6" DNS (0164925), проектор EPSON EB-X11, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Apllo-T</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 31</p>
	<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5</p>

		<p>подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)          Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия:  <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	
5	История России в мировом историко-культурном контексте	<p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации</p> <p>Специализированная мебель, ноутбук 15,6" DNS (0164925), проектор EPSON EB-X11, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Apllo-T</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 320

		<p><a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)</p> <p>Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	
		<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</p> <p>Ноутбук 15,6" DNS (0164925), проектор EPSON EB-X11, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Aplo-T</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 31</p>
		<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019 LibreOffice (бесплатное и/или свободное</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5</p>

		<p>ПО (лицензия:  <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)          Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия:  <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	
6	Современные теории и технологии развития личности	<p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации</p> <p>Специализированная мебель, ноутбук 15,6" DNS (0164925), проектор EPSON EB-X11, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Aplo-T</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 320
		Помещение для хранения и	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1,

		<p>профилактического обслуживания учебного оборудования</p> <p>Ноутбук 15,6" DNS (0164925), проектор EPSON EB-X11, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Apollo-T</p>	<p>пом. I, ауд. 31</p>
		<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)          Mozilla Firefox (бесплатное и/или</p>	<p>г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, пом. I, ауд. 40/5</p>

		свободное ПО) (лицензия: <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a> )	
7	Физика ядерных реакторов	<p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации</p> <p>Специализированная мебель, ноутбук 15,6" DNS (0164925), проектор EPSON EB-X11, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Apllo-T</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019 LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)</p> <p>Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 320
		<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</p> <p>Ноутбук 15,6" DNS (0164925), проектор EPSON EB-X11, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Apllo-T</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 31

		<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)          Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия:  <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5</p>
8	Технический английский язык	<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации          Специализированная мебель, ноутбук</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 337</p>

	<p>ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Aplo-T</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019</p> <p>LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)</p> <p>Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	
	<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</p> <p>Ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Aplo-T</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 31</p>
	<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5</p>

		<p>обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)          Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия:  <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	
9	История и методология физики	<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации</p> <p>Специализированная мебель, ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Aplo-T</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 337

		<p><a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)</p> <p>Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	
		<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</p> <p>Ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Apllo-T</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 31</p>
		<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019 LibreOffice (бесплатное и/или свободное</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5</p>

		<p>ПО (лицензия:  <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p> <p>Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия:  <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	
10	Физические основы ядерной энергетики	<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов, текущего контроля и промежуточной аттестации</p> <p>Специализированная мебель, ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Apillog-T</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Lazarus IDE (<a href="http://www.lazarus-ide.org/index.php?page=licenses">http://www.lazarus-ide.org/index.php?page=licenses</a>)</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 337

		Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a> )	
		<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</p> <p>Ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Apllo-T</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 31
		<p>Компьютерный класс (для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации)</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры Pentium-II, III (12 шт.), объединенные в локальную сеть с возможностью подключения к сети «Интернет»</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019</p> <p>LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)</p> <p>Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p> <p>Mozilla Firefox (бесплатное и/или</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/3

		<p>свободное ПО) (лицензия:  <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)          Lazarus (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.lazarus-ide.org/about-us/licenses/">https://www.lazarus-ide.org/about-us/licenses/</a>)          CodeBlocks (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="http://www.gnu.org/licenses/">http://www.gnu.org/licenses/</a>)</p>	
		<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/">https://get.adobe.com/ru/reader/</a>)</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5</p>

		<p>legal/licenses)          Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	
11	Компьютерные технологии в науке и образовании	<p>Лаборатория им. Л.Н. Сухотина (для проведения занятий лекционного и семинарского типов, текущего контроля и промежуточной аттестации)</p> <p>Специализированная мебель, ноутбук 15,6" DNS (0164925), проектор EPSON EB-X11, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Apllo-T</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)</p> <p>Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 30
		<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</p> <p>Ноутбук 15,6" DNS (0164925), проектор EPSON EB-X11, переносной экран на</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 31

		<p>штативе ScenMedia Aplo-T</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)</p> <p>Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	
		<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a 438="" 639="" 895"="" 942="" href="https://www.libreoffice.org/about-&lt;/a&gt;&lt;/p&gt; &lt;/td&gt; &lt;td data-bbox="> <p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5</p> </a></p>	

		<p>us/licenses/)</p> <p>Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p> <p>Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	
12	Физический практикум по экспериментальным методам ядерной физики и дозиметрии	<p>Лаборатория (для проведения лабораторных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации)</p> <p>Специализированная мебель, установка для изучения космических лучей ФПК -01 с телескопом газоразрядных детекторов, установка для изучения космических лучей с телескопом сцинтилляционных детекторов, установка для изучения взаимодействия бета-излучения с веществом (газоразрядный блок детектирования; высоковольтный блок питания ПСО2-08А; пересчетный прибор ПСО2-4), установка для изучения взаимодействия нейтронного излучения с веществом (газоразрядный блок детектирования СИ-8Б; высоковольтный блок; пересчетный прибор ПСО2-4; счетчик импульсов СЧМ-16), установка дозиметрического контроля УИМ2-2 с блоками детектирования БДМГ-08Р и БДБ2-03</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 32

		<p>Учебный лабораторный стенд "Изучение взаимодействия заряженных частиц с веществом. Учебный лабораторный стенд "Исследование газоразрядного счётчика"</p>	
		<p>Лаборатория им. Л.Н. Сухотина (для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации)          Специализированная мебель, установка для изучения космических лучей ФПК-01, установка для изучения взаимодействия альфа-излучения с веществом (пульт спектрометрический СЭС-13; полупроводниковый детектор ДКПс-50; предусилитель БУСИ2-50; пересчетный прибор ПС02-4), установки для определения периода полураспада долгоживущего изотопа (2 шт.), установка для изучения взаимодействия бета-излучения с веществом (газоразрядный блок детектирования; высоковольтный блок питания ПСО2-08А; пересчетный прибор ПС02-4), установки для изучения взаимодействия гамма-излучения с веществом (сцинтилляционный блок детектирования БДЭГ2-23; высоковольтный блок ВС-22; пересчетный прибор ПС02-4) (2 шт.), установка дозиметрического контроля УИМ2-2 с блоками детектирования БДМГ-08Р и БДБ2-03.</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 30</p>

		<p>Лаборатория (для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель, полупроводниковый гамма-спектрометр (полупроводниковый детектор ДГДК-50; предусилитель ПУ-Г-1К; спектрометрический блок СУ05-П1; осциллограф С12-55), полупроводниковый альфа-спектрометр (форвакуумный насос ВЕСОOLBC-VP-215; вакуумная камера; полупроводниковый детектор ДКПс-125; предусилитель CR-150; крейт КАМАК; спектрометрический усилитель 1101; высоковольтный блок 1904), установки для изучения параметров и характеристик газоразрядных счетчиков (крейт ВЕКТОР; газоразрядный блок детектирования СИ-8Б (СБТ-10); высоковольтный блок питания БНВ-30-01; пересчетный прибор ПС 02-4; осциллограф С12-55) (2 шт.), установка для изучения параметров и характеристик сцинтилляционного детектора (крейт ВЕКТОР; сцинтилляционный блок детектирования БДЭГ-20Р; спектрометрический усилитель БУИ-3К; высоковольтный блок питания БНВ-30-01; пересчетный прибор ПС02-4;</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 33</p>
--	--	--	--

		осциллограф С12-55)	
		<p>Компьютерный класс (для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации)          Специализированная мебель,          компьютеры Pentium-II, III (12 шт.),          объединенные в локальную сеть с          возможностью подключения к сети          «Интернет»          Microsoft Windows 7, Windows 10 договор          3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное          ПО (лицензия:  <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или          свободное ПО (лицензия:  <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)          Mozilla Firefox (бесплатное и/или          свободное ПО) (лицензия:  <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)          CodeBlocks (бесплатное и/или свободное          ПО (лицензия:  <a href="http://www.gnu.org/licenses/">http://www.gnu.org/licenses/</a>)</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/3
		<p>Компьютерный класс, аудитория для          групповых и индивидуальных          консультаций, помещение для          самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель,</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5

		<p>компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)          Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	
13	Радиационная защита ядерных объектов	<p>Лаборатория (для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации          Специализированная мебель, установка для изучения космических лучей ФПК -01 с телескопом газоразрядных детекторов, установка для изучения космических лучей с телескопом сцинтилляционных детекторов, установка для изучения взаимодействия бета-излучения с</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 32

		<p>веществом (газоразрядный блок детектирования; высоковольтный блок питания ПСО2-08А; пересчетный прибор ПСО2-4), установка для изучения взаимодействия нейтронного излучения с веществом (газоразрядный блок детектирования СИ-8Б; высоковольтный блок; пересчетный прибор ПСО2-4; счетчик импульсов СЧМ-16), установка дозиметрического контроля УИМ2-2 с блоками детектирования БДМГ-08Р и БДБ2-03</p>	
		<p>Лаборатория (для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации          Специализированная мебель,          полупроводниковый гамма-спектрометр (полупроводниковый детектор ДГДК-50; предусилитель ПУ-Г-1К; спектрометрический блок СУ05-П1; осциллограф С12-55),          полупроводниковый альфа-спектрометр (форвакуумный насос ВЕСОOL ВС-VP-215; вакуумная камера;          полупроводниковый детектор ДКПс-125; предусилитель СР-150; крейт КАМАК; спектрометрический усилитель 1101; высоковольтный блок 1904), установки для изучения параметров и характеристик газоразрядных счетчиков (крейт ВЕКТОР; газоразрядный блок детектирования СИ-8Б (СБТ-10);</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 33</p>

		<p>высоковольтный блок питания БНВ-30-01; пересчетный прибор ПС 02-4; осциллограф С12-55) (2 шт.), установка для изучения параметров и характеристик сцинтилляционного детектора (крейт ВЕКТОР; сцинтилляционный блок детектирования БДЭГ-20Р; спектрометрический усилитель БУИ-3К; высоковольтный блок питания БНВ-30-01; пересчетный прибор ПС02-4; осциллограф С12-55)</p>	
		<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5</p>

		<p>свободное ПО (лицензия:  <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)          Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия:  <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	
14	Топливный цикл	<p>Лаборатория им. Л.Н. Сухотина (для проведения занятий лекционного и семинарского типов, текущего контроля и промежуточной аттестации)          Специализированная мебель, ноутбук 15,6" DNS (0164925), проектор EPSON EB-X11, переносной</p>	г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 30
		<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 40/5

		<p>ПО (лицензия:  <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)          Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия:  <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	
15	Тепломассообмен в энергетическом оборудовании	<p>Лаборатория им. Л.Н. Сухотина (для проведения занятий лекционного и семинарского типов, текущего контроля и промежуточной аттестации)          Специализированная мебель, ноутбук 15,6" DNS (0164925), проектор EPSON EB-X11, переносной экран на штативе SceenMedia Aplo-T          Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019.          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 30
		Лаборатория (для проведения лабораторных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации)	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 32

	<p>Комплект учебного оборудования "Работа насосов различных типов"</p> <p>Типовой комплект учебного оборудования "Механика жидкости - гидравлический удар"</p> <p>Лабораторный учебный стенд "Определение коэффициента теплопередачи теплообменного аппарата" ЭЛБ-171.012.03</p> <p>Учебный лабораторный стенд "Определение коэффициента теплопередачи теплообменного аппарата" ЭЛБ 171.012.04</p>	
	<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</p> <p>Ноутбук 15,6" DNS (0164925), проектор EPSON EB-X11, переносной экран на штативе SceenMedia Aplo-T</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019.</p> <p>LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)</p> <p>Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 31
	<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5

		<p>самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)          Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	
16	Машины и оборудование АЭС	<p>Лаборатория (для проведения занятий лекционного и семинарского типов, текущего контроля и промежуточной аттестации)</p> <p>Специализированная мебель, ноутбук ASUS VIVOBOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран на</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 32

	штативе ScenMedia Aplo-T Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019 LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a> ) Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a> )	
	Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран на штативе ScenMedia Aplo-T	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 31
	Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы  Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета  Microsoft Windows 7, Windows 10 договор	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5

		<p>3010-15/207-19 от 30.04.2019</p> <p>LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)</p> <p>Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p> <p>Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	
17	Дозиметрия и радиоэкология	<p>Лаборатория им. Л.Н. Сухотина (для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации) (г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 30)</p> <p>Специализированная мебель, установка для изучения космических лучей ФПК-01, установка для изучения взаимодействия альфа-излучения с веществом (пульт спектрометрический СЭС-13; полупроводниковый детектор ДКПс-50; предусилитель БУСИ2-50; пересчетный прибор ПСО2-4), установки для определения периода полураспада долгоживущего изотопа (2 шт.), установка для изучения взаимодействия бета-излучения с веществом (газоразрядный блок детектирования; высоковольтный блок питания ПСО2-</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 30

		<p>08А; пересчетный прибор ПС02-4), установки для изучения взаимодействия гамма-излучения с веществом (сцинтилляционный блок детектирования БДЭГ2-23; высоковольтный блок ВС-22; пересчетный прибор ПС02-4) (2 шт.), установка дозиметрического контроля УИМ2-2 с блоками детектирования БДМГ-08Р и БДБ2-03.</p>	
		<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</p> <p>Ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Apllo-T</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019 Lazarus (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.lazarus-ide.org/about-us/licenses/">https://www.lazarus-ide.org/about-us/licenses/</a>)</p> <p>CodeBlocks (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="http://www.gnu.org/licenses/">http://www.gnu.org/licenses/</a>)</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 31</p>
		<p>Компьютерный класс (для проведения занятий лекционного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации) Специализированная мебель,</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/3</p>

		<p>компьютеры Pentium-II, III (12 шт.), объединенные в локальную сеть с возможностью подключения к сети «Интернет»  Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019  LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)  Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)  Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия:  <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	
		<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5</p>

		<p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019</p> <p>LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)</p> <p>Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p> <p>Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	
18	Резонансные методы исследования	<p>Лаборатория им. Л.Н. Сухотина (для проведения занятий лекционного и семинарского типов, текущего контроля и промежуточной аттестации)</p> <p>Специализированная мебель, ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран на штативе ScenMedia Aplo-T</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019</p>	г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом. I, ауд. 30
		<p>Лаборатория (для проведения лабораторных занятий)</p> <p>Установка спектрометрическая МКС-01.А.</p> <p>"Мультирад" в составе: гамма-спектрометрический тракт "Мультирад-гамма", ПО "Прогресс".</p>	г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом. I, ауд. 33

		Установка спектрометрическая МКС-01.А "Мультирад" в составе: альфа-спектрометрический тракт - А.С." ПО "Прогресс".	
		Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Ноутбук ASUS VIVOBOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран на штативе SceenMedia Aplo-T Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 31
		Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы  Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета  Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019 LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a> ))	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5

		<p>Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p> <p>Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	
19	Спектрометрия ядерных излучений	<p>Лаборатория (для проведения занятий лекционного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации)</p> <p>Специализированная мебель, ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран на штативе SceenMedia Aplo-T</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019</p> <p>LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)</p> <p>Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 32
		<p>Лаборатория (для проведения занятий лекционного и семинарского типов, текущего контроля и промежуточной аттестации)</p> <p>Специализированная мебель, мессбауэровский спектрометр CM1101, мессбауэровский спектрометр MSI</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 37

	<p>104Em, альфа-спектрометр СЭА-13П Univem MS 9.01 РТЦК 350000.000 ПС. лицензия бессрочная MossFit (версия 3.06) ДШИ 2.851.003 ПС. лицензия бессрочная LSRMAльфа (LSRMSpectraLineADA, версия 1.1.959). лицензия бессрочная</p>	
	<p>Лаборатория (для проведения занятий лекционного и семинарского типов, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель, сцинтилляционный гамма-спектрометр: блок детектирования БЛБД7Г - 20Р; высоковольтный блок БНВ-30-01 (стандарт "Вектор"); усилитель БУИ-3К "Вектор"; анализатор пом. I, ауд. 38) импульсов АИ; 4К</p>	г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1,
	<p>Лаборатория (для проведения лабораторных занятий) Установка спектрометрическая МКС- 01.А. "Мультирад" в составе: гамма- спектрометрический тракт "Мультирад-гамма", ПО "Прогресс". Установка спектрометрическая МКС-01.А "Мультирад" в составе: альфа- спектрометрический тракт - А.С." ПО "Прогресс".</p>	г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, пом. I, ауд. 32

		<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования          Ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран на штативе SceenMedia Apilo-T          Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 31</p>
		<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5</p>

		<p>LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)</p> <p>Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p> <p>Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия:  <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	
20	Инструментальные и экспериментальные методы физики ядерных реакторов	<p>Лаборатория (для проведения занятий лекционного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации)</p> <p>Специализированная мебель, ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран на штативе SceenMedia Aplo-T</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019</p> <p>LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)</p> <p>Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 30
		Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 31

		<p>Ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран на штативе SceenMedia Aplo-T Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019 LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>) Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	
		<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019 LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a 438="" 639="" 895"="" 943="" href="https://www.libreoffice.org/about-&lt;/a&gt;&lt;/p&gt; &lt;/td&gt; &lt;td data-bbox="> <p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5</p> </a></p>	

		<p>us/licenses/)</p> <p>Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p> <p>Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	
21	Динамика жидкости и газа	<p>Лаборатория (для проведения занятий лекционного и семинарского типов, текущего контроля и промежуточной аттестации</p> <p>Специализированная мебель, Комплект учебного оборудования "Работа насосов различных типов"</p> <p>Типовой комплект учебного оборудования "Механика жидкости - гидравлический удар"</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 32
		<p>Лаборатория (для проведения занятий лекционного и семинарского типов, текущего контроля и промежуточной аттестации</p> <p>Специализированная мебель, сцинтилляционный гамма-спектрометр: блок детектирования БЛБД7Г - 20Р; высоковольтный блок БНВ-30-01 (стандарт "Вектор"); усилитель БУИ-3К "Вектор"; анализатор импульсов АИ; 4К</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 38
		Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5

		<p>консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)          Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	
22	Термогидравлические процессы в ядерных устройствах	<p>Лаборатория им. Л.Н. Сухотина (для проведения занятий лекционного и семинарского типов, текущего контроля и промежуточной аттестации)          Специализированная мебель, ноутбук ASUS VIVOBOK X507-EJ057, проектор</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 30

		<p>BenQ MP515 ST, переносной экран на штативе SceenMedia Aplo-T  Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019  LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)  Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	
		<p>Лаборатория (для проведения лабораторных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации)  Комплект учебного оборудования "Работа насосов различных типов"  Типовой комплект учебного оборудования "Механика жидкости - гидравлический удар"  Лабораторный учебный стенд "Определение коэффициента теплопередачи теплообменного аппарата" ЭЛБ-171.012.03  Учебный лабораторный стенд "Определение коэффициента теплопередачи теплообменного аппарата" ЭЛБ 171.012.04</p>	<p>г.Воронеж,  площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 32</p>
		<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования  Ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057,</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 31</p>

		<p>проектор BenQ MP515 ST, переносной экран на штативе SceenMedia Aplo-T  Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019  LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)  Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	
		<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019  LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5</p>

		<p>Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p> <p>Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	
23	Ядерные модели	<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов, текущего контроля и промежуточной аттестации          Специализированная мебель, ноутбук ASUS VIVOBOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран на штативе SceenMedia Aplo-T          Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	г. Воронеж, площадь Университетская, дом 1, ауд. 506П
		<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования          Ноутбук ASUS VIVOBOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 31

		<p>экран на штативе ScenMedia Aplo-T Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019 LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>) Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	
		<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019 LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>) Adobe Reader (бесплатное и/или</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5</p>

		<p>свободное ПО (лицензия:  <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)          Mozilla Firefox (бесплатное и/или          свободное ПО) (лицензия:  <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	
24	Теория переноса излучений	<p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации          Специализированная мебель, учебный стенд для изучения основ программирования цифровых процессоров, учебный стенд для изучения моделирования экспериментальных сигналов и их обработки в реальном масштабе времени с помощью микроконтроллеров, учебный стенд для моделирования цифровой обработки сигналов в измерительных системах физического эксперимента, учебный стенд для изучения автоматизации измерений с помощью ЭВМ и программно-управляемых модульных систем, учебный стенд для изучения цифровой регистрация событий, измерения амплитудных и временных распределений, интерфейсов передачи данных в ЭВМ, учебный стенд для изучения основ компьютерной томографии, учебный стенд для изучения</p>	г. Воронеж, площадь Университетская, дом 1, ауд. 506П

		<p>много-параметрических и корреляционных измерений в ядерной физике на базе МК. РС IBM</p>	
		<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)          Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия:  <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5</p>
25	Безопасность и контроль в физике	Лаборатория им. Л.Н. Сухотина (для	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1,

	<p>ядерных реакторов</p>	<p>проведения занятий лекционного и семинарского типов, текущего контроля и промежуточной аттестации)          Специализированная мебель, ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран на штативе SceenMedia Aplo-T          Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	<p>пом.1, ауд. 30</p>
		<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования          Ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран на штативе SceenMedia Aplo-T          Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/">https://get.adobe.com/ru/reader/</a></p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 31</p>

		legal/licenses)	
		<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p> <p>Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия:  <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5
26	Ядерная электроника	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, текущего	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 506П

		<p>контроля и промежуточной аттестации          Специализированная мебель, учебный          стенд для изучения основ          программирования цифровых          процессоров, учебный стенд для          изучения моделирования          экспериментальных сигналов и их          обработки в реальном масштабе          времени с помощью микроконтроллеров,          учебный стенд для моделирования          цифровой обработки сигналов в          измерительных системах физического          эксперимента, учебный стенд для          изучения автоматизации измерений с          помощью ЭВМ и программно-          управляемых модульных систем,          учебный стенд для изучения цифровой          регистрация событий, измерения          амплитудных и временных          распределений, интерфейсов передачи          данных в ЭВМ, учебный стенд для          изучения основ компьютерной          томографии, учебный стенд для изучения          много-параметрических и          корреляционных измерений в ядерной          физике на базе МК. PC IBM</p>	
		<p>Помещение для хранения и          профилактического обслуживания          учебного оборудования          Ноутбук 15,6" DNS (0164925), проектор          EPSON EB-X11, тбук ASUS VIVOBOKK          X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST,</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1,          пом.І, ауд. 31</p>

		<p>переносной экран на штативе        SceenMedia Apllo-T        Microsoft Windows 7, Windows 10 договор        3010-15/207-19 от 30.04.2019        LibreOffice (бесплатное и/или свободное        ПО (лицензия:  <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)        Adobe Reader (бесплатное и/или        свободное ПО (лицензия:  <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	
		<p>Компьютерный класс, аудитория для        групповых и индивидуальных        консультаций, помещение для        самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель,        компьютеры (системные блоки Intel        Pentium-IV, мониторы LG FLATRON        L17428-8F) (30 шт.) с возможностью        подключения к сети «Интернет» и        обеспечением доступа в электронную        информационно-образовательную среду        университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор        3010-15/207-19 от 30.04.2019        LibreOffice (бесплатное и/или свободное        ПО (лицензия:  <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1,        пом.1, ауд. 40/5</p>

		<p>Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p> <p>Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	
28	Ядерная спектроскопия	<p>Лаборатория им. Л.Н. Сухотина (для проведения занятий лекционного и семинарского типов, текущего контроля и промежуточной аттестации)          Специализированная мебель, ноутбук ASUS VIVOBOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран на штативе ScenMedia Apollo-T          Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 30
		<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования          Ноутбук ASUS VIVOBOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 31

		<p>экран на штативе ScenMedia Aplo-T Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019 LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>) Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	
		<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019 LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>) Adobe Reader (бесплатное и/или</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5</p>

		<p>свободное ПО (лицензия:  <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p> <p>Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия:  <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	
29	<p>Психолого-педагогическое сопровождение лиц с ограниченными возможностями здоровья</p>	<p>Лаборатория (для проведения занятий лекционного и семинарского типов, текущего контроля и промежуточной аттестации)          Специализированная мебель, ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран на штативе SceenMedia Aplo-T          Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 32</p>
		<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования          Ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран на штативе SceenMedia Aplo-T</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 31</p>

		<p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	
		<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5</p>

		<p><a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p> <p>Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	
30	Эксплуатационная безопасность и контроль АЭС	<p>Компьютерный класс (для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации)          Специализированная мебель, компьютеры Pentium-II, III (12 шт.), объединенные в локальную сеть с возможностью подключения к сети «Интернет»          Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)          Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)          Maxima (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="http://www.ma.utexas.edu/users/wfs/maxim">http://www.ma.utexas.edu/users/wfs/maxim</a></p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/3

		a-doe-auth.gif)	
		<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)          Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5
31	Экспериментальные методы ядерной физики	Компьютерный класс (для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации)	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/3

		<p>Специализированная мебель, компьютеры Pentium-II, III (12 шт.), объединенные в локальную сеть с возможностью подключения к сети «Интернет»</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019</p> <p>LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)</p> <p>Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p> <p>Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	
		<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5</p>

		<p>университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019</p> <p>LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)</p> <p>Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p> <p>Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	
32	Кинетика ядерных реакторов	<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов, текущего контроля и промежуточной аттестации</p> <p>Специализированная мебель, ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Aplo-T</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019</p> <p>LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: </p>	

	<p>us/licenses/) Lazarus IDE (<a href="http://www.lazarus-ide.org/index.php?page=licenses">http://www.lazarus-ide.org/index.php?page=licenses</a>)</p> <p>Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>))</p>	
	<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</p> <p>Ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia ApIlo-T</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019 LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>))</p> <p>Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>))</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 31
	<p>Компьютерный класс (для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации) Специализированная мебель,</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/3

		<p>компьютеры Pentium-II, III (12 шт.), объединенные в локальную сеть с возможностью подключения к сети «Интернет»  Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019  LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)  Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)  Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия:  <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)  Lazarus (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.lazarus-ide.org/about-us/licenses/">https://www.lazarus-ide.org/about-us/licenses/</a>)  CodeBlocks (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="http://www.gnu.org/licenses/">http://www.gnu.org/licenses/</a>)</p>	
33	Ядерные реакции	<p>Большая физическая аудитория им. М.А. Левитской (для проведения занятий лекционного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации)  Специализированная мебель, ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Aplo-</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 428

		<p>Т Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019 LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>) Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	
		<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</p> <p>Ноутбук ASUS VIVOBOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia ApIlo-T</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019 LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>) Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 31
		Компьютерный класс, аудитория для	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1,

		<p>групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)          Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	пом.1, ауд. 40/5
34	Физика плазмы	<p>Большая физическая аудитория им. М.А. Левитской (для проведения занятий лекционного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации)          Специализированная мебель, ноутбук</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 428

		<p>15,6" DNS (0164925), проектор EPSON EB-X11, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Apllo-T          Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	
		<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</p> <p>Ноутбук 15,6" DNS (0164925), проектор EPSON EB-X11, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Apllo-T</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/">https://get.adobe.com/ru/reader/</a></p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 31</p>

		legal/licenses)	
		<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)          Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 40/5
35	Кинетика ядерных реакторов	Лаборатория им. Л.Н. Сухотина (для проведения занятий лекционного и семинарского типов, текущего контроля и	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 30

		<p>промежуточной аттестации)          Специализированная мебель, ноутбук          ASUS VIVOBOK X507-EJ057, проектор          BenQ MP515 ST, переносной экран на          штативе SceenMedia ApIlo-T          Microsoft Windows 7, Windows 10 договор          3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное          ПО (лицензия:  <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или          свободное ПО (лицензия:  <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	
		<p>Помещение для хранения и          профилактического обслуживания          учебного оборудования          Ноутбук ASUS VIVOBOK X507-EJ057,          проектор BenQ MP515 ST, переносной          экран на штативе SceenMedia ApIlo-T          Microsoft Windows 7, Windows 10 договор          3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное          ПО (лицензия:  <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или          свободное ПО (лицензия:  <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1,          пом.1, ауд. 31</p>
		<p>Компьютерный класс, аудитория для</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1,</p>

		<p>групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)          Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	пом.1, ауд. 40/5
36	Физический практикум по резонансным методам исследования	<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации          Специализированная мебель, ноутбук ASUS VIVOBOK X507-EJ057, проектор</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 436

		<p>BenQ MP515 ST, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Apllo-T</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019</p> <p>LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>))</p> <p>Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>))</p>	
		<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</p> <p>Ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Apllo-T</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019</p> <p>LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>))</p> <p>Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/">https://get.adobe.com/ru/reader/</a>))</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 31</p>

		legal/licenses)	
		<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)          Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5</p>
		<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5</p>

		<p>самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)          Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	
37	Физический практикум по ядерной электронике и дозиметрии	<p>Лаборатория (для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации)          Специализированная мебель, полупроводниковый гамма-спектрометр (полупроводниковый детектор ДГДК-50; предусилитель ПУ-Г-1К;</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 33

		<p>спектрометрический блок СУ05-П1; осциллограф С12-55), полупроводниковый альфа-спектрометр (форвакуумный насос ВЕСОOL BC-VP-215; вакуумная камера; полупроводниковый детектор ДКПс-125; предусилитель CR-150; крейт КАМАК; спектрометрический усилитель 1101; высоковольтный блок 1904), установки для изучения параметров и характеристик газоразрядных счетчиков (2 шт.) (крейт ВЕКТОР; газоразрядный блок детектирования СИ-8Б (СБТ-10); высоковольтный блок питания БНВ-30-01; пересчетный прибор ПС 02-4; осциллограф С12-55), установка для изучения параметров и характеристик сцинтилляционного детектора (крейт ВЕКТОР; сцинтилляционный блок детектирования БДЭГ-20Р; спектрометрический усилитель БУИ-3К; высоковольтный блок питания БНВ-30-01; пересчетный прибор ПС02-4; осциллограф С12-55)</p>	
		<p>Лаборатория (для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации)          Специализированная мебель, сцинтилляционный гамма-спектрометр: блок детектирования БЛБД7Г - 20Р; высоковольтный блок БНВ-30-01 (стандарт "Вектор"); усилитель БУИ-3К</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 38</p>

		"Вектор"; анализатор импульсов АИ; 4К; полупроводниковый альфа-спектрометр: детектор ДКПсд-125, предусилитель БУШ2-50	
		Лаборатория (для проведения лабораторных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации) Комплект лабораторного оборудования "Изучение работы АКП и ЦАП Учебный лабораторный стенд "Исследование газоразрядного счётчика"	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 506П
		Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы  Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета  Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019 LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a> )	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 40/5

		<p>Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p> <p>Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	
38	<p>Основы конструктивного взаимодействия лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательном процессе</p>	<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации          Специализированная мебель, ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Aprllo-T</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019</p> <p>LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)</p> <p>Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 436</p>
		<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</p> <p>Ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 31</p>

		экран для проектора на штативе SceenMedia Apllo-T	
		<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)          Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия:  <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5
39	Учебная практика ознакомительная	Учебная аудитория Специализированная мебель, учебный	г. Воронеж, площадь Университетская, дом 1, ауд. 506П

		<p>стенд для изучения основ программирования цифровых процессоров; учебный стенд для изучения моделирования экспериментальных сигналов и их обработки в реальном масштабе времени с помощью микроконтроллеров; учебный стенд для моделирования цифровой обработки сигналов в измерительных системах физического эксперимента; учебный стенд для изучения автоматизации измерений с помощью ЭВМ и программно-управляемых модульных систем; учебный стенд для изучения цифровой регистрация событий, измерения амплитудных и временных распределений, интерфейсов передачи данных в ЭВМ; учебный стенд для изучения основ компьютерной томографии; учебный стенд для изучения много-параметрических и корреляционных измерений в ядерной физике на базе МК; ноутбук DNS, проектор BenQ MP575, переносной экран на штативе SceenMedia Apllo-T Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019 LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>) Adobe Reader (бесплатное и/или</p>	
--	--	---	--

		свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a> )	
		Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран на штативе SceenMedia Aplo-T	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 31
		Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы  Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета  Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019 LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a> ) Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/">https://get.adobe.com/ru/reader/</a>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5

		<p>legal/licenses)          Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	
40	Производственная практика, научно-исследовательская работа	<p>Лаборатория          Специализированная мебель,          мессбауэровский спектрометр CM1101,          мессбауэровский спектрометр MSI 104Em, альфа-спектрометр СЭА-13П          Univem MS 9.01 РТЦК 350000.000 ПС.          лицензия бессрочная          MossFit (версия 3.06) ДШИ 2.851.003 ПС.          лицензия бессрочная          LSRM Альфа (LSRM Spectra Line ADA, версия 1.1.959). лицензия бессрочная</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 37
		<p>Объединенный институт ядерных исследований (ОИЯИ)          Синхроциклотрон, Циклотрон У-400,          Циклотрон У-200, Нейтринный спектрометр, Нейтринный спектрометр «Байкал», Спектрометр темной материи, Радио-химический комплекс (Договор №283 от 01.03.2021)</p>	Московская обл., г. Дубна, ул. Жолио Кюри, д. 6
		<p>Федеральное государственное бюджетное учреждение «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова» Национального исследовательского центра</p>	Ленинградская обл., г.Гатчина, мкр. Орлова роща, д. 1

		<p>«Курчатовский институт» (ПИЯФ НИЦ КИ) Синхроциклотрон, Электростатический ускоритель, Реактор ВВЭР-М, Стенд детекторов коллайдера CERN (Договор №283 от 01.03.2021)</p>	
		<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019 LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>) Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>) Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms</a></p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5</p>

		/firefox/)	
41	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в т.ч. технологическая практика)	Объединенный институт ядерных исследований (ОИЯИ) Синхроциклотрон, Циклотрон У-400, Циклотрон У-200, Нейтринный спектрометр, Нейтринный спектрометр «Байкал», Спектрометр темной материи, Радио-химический комплекс (Договор №283 от 01.03.2021)	Московская обл., г. Дубна, ул. Жолио Кюри, д. 6
		Федеральное государственное бюджетное учреждение «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (ПИЯФ НИЦ КИ) Синхроциклотрон, Электростатический ускоритель, Реактор ВВЭР-М, Стенд детекторов коллайдера CERN (Договор №283 от 01.03.2021)	Ленинградская обл., г. Гатчина, мкр. Орлова роща, д. 1
		АО «Концерн Росэнергоатом» «Нововоронежская атомная станция» (НВ АЭС) ВВЭР-440 (2 шт.), ВВЭР-1000 (Договор №311 от 03.03.2021)	Воронежская обл., г. Нововоронеж, Южная промышленная зона, д. 1
		Акционерное общество «Атомэнергоремонт» Компьютеры с учебным ПО (10 шт.) Учебные плакаты (15 шт.) Макет коллектора ПГВ-100 Макет ЦДВ турбины К-75	Воронежская обл., г. Нововоронеж, Воронежское шоссе, д. 7

		<p>Макет теплообменника ПН-200  Макет трубопроводной арматуры (10 шт.)  Макеты насосного оборудования (7 шт.)  Макет фланцев ВБ реактора ВВЭР-1000  Макеты общей подготовки (5 шт.)  (Договор №316 от 18.03.2021)</p>	
		<p>Нововоронежский филиал АНО ДПО  «Техническая академия Росатома» (НВ  филиал АНО ДПО «ТАРа»)  Пульт управления ректором, Дисплейный  класс имитационного моделирования  (Договор №284/35/21 от 01.03.2021)</p>	<p>Воронежская обл., г. Нововоронеж,  Промышленная зона Нововоронежской  АЭС</p>
		<p>Лаборатория  Специализированная мебель,  полупроводниковый гамма-спектрометр  (полупроводниковый детектор ДГДК-50;  предусилитель ПУ-Г-1К;  спектрометрический блок СУ05-П1;  осциллограф С12-55),  полупроводниковый альфа-спектрометр  (форвакуумный насос ВЕСОOL ВС-VP-  215; вакуумная камера;  полупроводниковый детектор ДКПс-125;  предусилитель CR-150; крейт КАМАК;  спектрометрический усилитель 1101;  высоковольтный блок 1904), установки  для изучения параметров и характеристик  газоразрядных счетчиков (крейт ВЕКТОР;  газоразрядный блок детектирования СИ-  8Б (СБТ-10); высоковольтный блок  питания БНВ-30-01; пересчетный прибор  ПС 02-4; осциллограф С12-55) (2 шт.),</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1,  пом.І, ауд. 33</p>

		установка для изучения параметров и характеристик сцинтилляционного детектора (крейт ВЕКТОР; сцинтилляционный блок детектирования БДЭГ-20Р; спектрометрический усилитель БУИ-3К; высоковольтный блок питания БНВ-30-01; пересчетный прибор ПС02-4; осциллограф С12-55)	
		Лаборатория Специализированная мебель, сцинтилляционный гамма-спектрометр: блок детектирования БЛБД7Г - 20Р; высоковольтный блок БНВ-30-01 (стандарт "Вектор"); усилитель БУИ-3К "Вектор"; анализатор импульсов АИ; 4К; полупроводниковый альфа-спектрометр: детектор ДКПсд-125, предусилитель БУШ2-50	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 38
		Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы  Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 40/5

		<p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019</p> <p>LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)</p> <p>Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p> <p>Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	
42	Производственная практика, преддипломная	<p>Объединенный институт ядерных исследований (ОИЯИ)</p> <p>Синхроциклотрон, Циклотрон У-400, Циклотрон У-200, Нейтринный спектрометр, Нейтринный спектрометр «Байкал», Спектрометр темной материи, Радио-химический комплекс (Договор №283 от 01.03.2021)</p>	Московская обл., г. Дубна, ул. Жолио Кюри, д. 6
		<p>Федеральное государственное бюджетное учреждение «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (ПИЯФ НИЦ КИ)</p> <p>Синхроциклотрон, Электростатический ускоритель, Реактор ВВЭР-М, Стенд детекторов коллайдера CERN (Договор №283 от 01.03.2021)</p>	Ленинградская обл., г. Гатчина, мкр. Орлова роща, д. 1

		АО «Концерн Росэнергоатом» «Нововоронежская атомная станция» (НВ АЭС) ВВЭР-440 (2 шт.), ВВЭР-1000 (Договор №14 от 11.09.2017)	Воронежская обл., г. Нововоронеж, Южная промышленная зона, д. 1
		Нововоронежский филиал АНО ДПО «Техническая академия Росатома» (НВ филиал АНО ДПО «ТАРа») Пульт управления ректором, Дисплейный класс имитационного моделирования (Договор №284/35/21 от 01.03.2021)	Воронежская обл., г. Нововоронеж, Промышленная зона Нововоронежской АЭС
		Лаборатория Специализированная мебель, полупроводниковый гамма-спектрометр (полупроводниковый детектор ДГДК-50; предусилитель ПУ-Г-1К; спектрометрический блок СУ05-П1; осциллограф С12-55), полупроводниковый альфа-спектрометр (форвакуумный насос ВЕСОOL ВС-VP-215; вакуумная камера; полупроводниковый детектор ДКПс-125; предусилитель CR-150; крейт КАМАК; спектрометрический усилитель 1101; высоковольтный блок 1904), установки для изучения параметров и характеристик газоразрядных счетчиков (крейт ВЕКТОР; газоразрядный блок детектирования СИ-8Б (СБТ-10); высоковольтный блок питания БНВ-30-01; пересчетный прибор ПС 02-4; осциллограф С12-55) (2 шт.), установка для изучения параметров и	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 33

		<p>характеристик сцинтилляционного детектора (крейт ВЕКТОР; сцинтилляционный блок детектирования БДЭГ-20Р; спектрометрический усилитель БУИ-3К; высоковольтный блок питания БНВ-30-01; пересчетный прибор ПС02-4; осциллограф С12-55)</p>	
		<p>Лаборатория          Специализированная мебель, сцинтилляционный гамма-спектрометр: блок детектирования БЛБД7Г - 20Р; высоковольтный блок БНВ-30-01 (стандарт "Вектор"); усилитель БУИ-3К "Вектор"; анализатор импульсов АИ; 4К; полупроводниковый альфа-спектрометр: детектор ДКПсд-125, предусилитель БУШ2-50</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 38</p>
		<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5</p>

		<p>3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)            Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия:  <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	
43	Теория систем многих частиц	<p>Большая физическая аудитория им. М.А. Левитской (для проведения занятий лекционного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации)          Специализированная мебель, ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Aplo-T          Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:  <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/">https://get.adobe.com/ru/reader/</a>)</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 428

		legal/licenses)	
		<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</p> <p>Ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Apllo-T</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019 LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)</p> <p>Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 31
		<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную</p>	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5

		<p>информационно-образовательную среду университета</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)          Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>	
44	Фундаментальные взаимодействия	<p>Большая физическая аудитория им. М.А. Левитской (для проведения занятий лекционного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации)          Специализированная мебель, ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Apllo-T          Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: </p>	

		<p>us/licenses/)          Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	
		<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</p> <p>Ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia ApIlo-T</p> <p>Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019          LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>)</p> <p>Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 31</p>
		<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы</p> <p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel</p>	<p>г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5</p>

Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета

Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019

LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:

<https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/>)

Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия:

<https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses>)

Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия:

<https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/>)

**Приложение 7****Рабочая программа воспитания**

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан физического факультета



Овчинников О.В.

\_\_\_\_\_.\_\_\_\_.20\_\_\_\_

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ВОСПИТАНИЯ**

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:  
14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг
2. Профиль специализация: проектирование и эксплуатация атомных станций
3. Квалификация выпускника: инженер - физик
4. Составители программы: д.ф.- м.н., профессор Овчинников О.В.
5. Рекомендована: Научно – методическим советом физического факультета,  
протокол от \_\_. \_\_. \_\_\_\_ года.
6. Учебный год: 2023/2024

## 7. Цель и задачи программы:

Цель программы – воспитание высоконравственной, духовно развитой и физически здоровой личности, обладающей социально и профессионально значимыми личностными качествами и компетенциями, способной творчески осуществлять профессиональную деятельность и нести моральную ответственность за принимаемые решения в соответствии с социокультурными и духовно-нравственными ценностями.

Задачи программы:

- формирование единого воспитательного пространства, направленного на создание условий для активной жизнедеятельности обучающихся, их гражданского и профессионального самоопределения и самореализации;
- вовлечение обучающихся в общественно-ценностные социализирующие отношения по всем направлениям воспитательной работы в вузе/на факультете;
- освоение обучающимися духовно-нравственных ценностей, гражданско-патриотических ориентиров, необходимых для устойчивого развития личности, общества, государства;
- содействие обучающимся в личностном и профессиональном самоопределении, проектировании индивидуальных образовательных траекторий и образа будущей профессиональной деятельности, поддержка деятельности обучающихся по самопознанию и саморазвитию.

## 8. Теоретико-методологические основы организации воспитания

В основе реализации программы лежат следующие **подходы**:

- *системный*, который означает взаимосвязь и взаимообусловленность всех компонентов воспитательного процесса – от цели до результата;
- *организационно-деятельностный*, в основе которого лежит единство сознания, деятельности и поведения и который предполагает такую организацию коллектива и личности, когда каждый обучающийся проявляет активность, инициативу, творчество, стремление к самовыражению;
- *личностно-ориентированный*, утверждающий признание человека высшей ценностью воспитания, активным субъектом воспитательного процесса, уникальной личностью;
- *комплексный подход*, подразумевающий объединение усилий всех субъектов воспитания (индивидуальных и групповых), институтов воспитания (подразделений) на уровне социума, вуза, факультета и самой личности воспитанника для успешного решения цели и задач воспитания; сочетание индивидуальных, групповых и массовых методов и форм воспитательной работы.

Основополагающими **принципами** реализации программы являются:

- *системность* в планировании, организации, осуществлении и анализе воспитательной работы;
- *интеграция* внеаудиторной воспитательной работы, воспитательных аспектов учебного процесса и исследовательской деятельности;
- *мотивированность* участия обучающихся в различных формах воспитательной работы (аудиторной и внеаудиторной);

- *вариативность*, предусматривающая учет интересов и потребностей каждого обучающегося через свободный выбор альтернативных вариантов участия в направлениях воспитательной работы, ее форм и методов.

Реализация программы предусматривает использование следующих **методов** воспитания:

- методы формирования сознания личности (рассказ, беседа, лекция, диспут, метод примера);
- методы организации деятельности и приобретения опыта общественного поведения личности (создание воспитывающих ситуаций, педагогическое требование, инструктаж, иллюстрации, демонстрации);
- методы стимулирования и мотивации деятельности и поведения личности (соревнование, познавательная игра, дискуссия, эмоциональное воздействие, поощрение, наказание);
- методы контроля, самоконтроля и самооценки в воспитании.

При реализации программы используются следующие **формы** организации воспитательной работы:

- массовые формы – мероприятия на уровне университета, города, участие во всероссийских и международных фестивалях, конкурсах и т.д.;
- групповые формы – мероприятия внутри коллективов академических групп, студий творческого направления, клубов, секций, общественных студенческих объединений и др.;
- индивидуальные, лично-ориентированные формы – индивидуальное консультирование преподавателями обучающихся по вопросам организации учебно-профессиональной и научно-исследовательской деятельности, личностного и профессионального самоопределения, выбора индивидуальной образовательной траектории и т.д.

## 9. Содержание воспитания

Практическая реализация цели и задач воспитания осуществляется в рамках следующих направлений воспитательной работы в вузе/на факультете:

- 1) духовно-нравственное воспитание;
- 2) гражданско-правовое воспитание;
- 3) патриотическое воспитание;
- 4) экологическое воспитание;
- 5) культурно-эстетическое воспитание;
- 6) физическое воспитание;
- 7) профессиональное воспитание.

### 9.1. Духовно-нравственное воспитание

– формирование нравственной позиции, в том нравственного сознания и поведения на основе усвоения общечеловеческих ценностей и нравственных чувств (чести, долга, справедливости, милосердия, добра, дружелюбия);

– развитие способности к сопереживанию и формированию позитивного отношения к людям, в том числе к лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам;

- формирование толерантного сознания и поведения в поликультурном мире, готовности и способности вести диалог с другими людьми, достигать в нем взаимопонимания, находить общие цели и сотрудничать для их достижения;
- развитие способности к духовному развитию, реализации творческого потенциала в учебно-профессиональной деятельности на основе нравственных установок и моральных норм, непрерывного самообразования и самовоспитания;
- развитие способности к сотрудничеству с окружающими в образовательной, общественно полезной, проектной и других видах деятельности.

## **9.2. Гражданско-правовое воспитание**

- выработка осознанной собственной позиции по отношению к общественно-политическим событиям прошлого и настоящего;
- формирование российской гражданской идентичности, гражданской позиции активного и ответственного члена российского общества, осознающего свои конституционные права и обязанности, уважающего закон и правопорядок, обладающего чувством собственного достоинства, осознанно принимающего традиционные национальные и общечеловеческие гуманистические и демократические ценности;
- формирование установок личности, позволяющих противостоять идеологии экстремизма, национализма, ксенофобии, коррупции, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, другим негативным социальным явлениям;
- развитие студенческого самоуправления, совершенствование у обучающихся организаторских умений и навыков;
- расширение конструктивного участия обучающихся в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах общественной самоорганизации, самоуправления;
- поддержка инициатив студенческих объединений, развитие молодежного добровольчества и волонтерской деятельности;
- организация социально значимой общественной деятельности студенчества.

## **9.3. Патриотическое воспитание**

- формирование чувств патриотизма, гражданственности, уважения к памяти защитников Отечества и подвигам Героев Отечества;
- формирование патриотического сознания, чувства верности своему Отечеству, стремления защищать интересы Родины и своего народа;
- формирование чувства гордости и уважения к достижениям и культуре своей Родины на основе изучения культурного наследия и традиций многонационального народа России, развитие желания сохранять ее уникальный характер и культурные особенности;
- развитие идентификации себя с другими представителями российского народа;
- вовлечение обучающихся в мероприятия военно-патриотической направленности;

- приобщение обучающихся к истории родного края, традициям вуза, развитие чувства гордости и уважения к выдающимся представителям университета;
- формирование социально значимых и патриотических качеств обучающихся.

#### **9.4. Экологическое воспитание**

- формирование экологической культуры;
- формирование бережного и ответственного отношения к своему здоровью (физическому и психологическому) и здоровью других людей, живой природе, окружающей среде;
- вовлечение обучающихся в экологические мероприятия;
- выработка умений и навыков разумного природопользования, нетерпимого отношения к действиям, приносящим вред экологии, приобретение опыта эколого-направленной деятельности;
- укрепление мотивации к физическому самосовершенствованию, занятию спортивно-оздоровительной деятельностью;
- развитие культуры безопасной жизнедеятельности, умений оказывать первую помощь;
- профилактика наркотической и алкогольной зависимости, табакокурения и других вредных привычек.

#### **9.5. Культурно-эстетическое воспитание**

- формирование эстетического отношения к миру, включая эстетику научного и технического творчества, спорта, общественных отношений и быта;
- приобщение обучающихся к истинным культурным ценностям;
- расширение знаний в области культуры, вовлечение в культурно-досуговые мероприятия;
- повышение интереса к культурной жизни региона; содействие его конкурентоспособности посредством участия во всероссийских конкурсах и фестивалях;
- создание социально-культурной среды вуза/факультета, популяризация студенческого творчества, формирование готовности и способности к самостоятельной, творческой деятельности;
- совершенствование культурного уровня и эстетических чувств обучающихся.

#### **9.6. Физическое воспитание**

- создание условий для занятий физической культурой и спортом, для развивающего отдыха и оздоровления обучающихся, включая студентов с ограниченными возможностями здоровья, студентов, находящихся в трудной жизненной ситуации, в том числе на основе развития спортивной инфраструктуры вуза/факультета и повышения эффективности ее использования;
- формирование мотивации к занятиям физической культурой и спортом, следованию здоровому образу жизни, в том числе путем пропаганды в студенческой

среде необходимости участия в массовых спортивно-общественных мероприятиях, популяризации отечественного спорта и спортивных достижений страны/региона/города/вуза/факультета;

- вовлечение обучающихся в спортивные соревнования и турниры, межфакультетские и межвузовские состязания, встречи с известными спортсменами и победителями соревнований.

### **9.7. Профессиональное воспитание**

- приобщение студентов к традициям и ценностям профессионального сообщества, нормам корпоративной этики;

- развитие профессионально значимых качеств личности будущего компетентного и ответственного специалиста в учебно-профессиональной, научно-исследовательской деятельности и внеучебной работе;

- формирование творческого подхода к самосовершенствованию в контексте будущей профессии;

- повышение мотивации профессионального самосовершенствования обучающихся средствами изучаемых учебных дисциплин, практик, научно-исследовательской и других видов деятельности;

- ориентация обучающихся на успех, лидерство и карьерный рост; формирование конкурентоспособных личностных качеств;

- освоение этических норм и профессиональной ответственности посредством организации взаимодействия обучающихся с мастерами профессионального труда.

## **10. Методические рекомендации по анализу воспитательной работы на факультете и проведению ее аттестации (по реализуемым направлениям подготовки/специальностям)**

Ежегодно заместитель декана по воспитательной работе представляет на ученом совете факультета отчет, содержащий анализ воспитательной работы на факультете и итоги ее аттестации (по реализуемым направлениям подготовки / специальностям).

Анализ воспитательной работы на факультете проводится с **целью** выявления основных проблем воспитания и последующего их решения.

Основными **принципами** анализа воспитательного процесса являются:

- *принцип гуманистической направленности*, проявляющийся в уважительном отношении ко всем субъектам воспитательного процесса;
- *принцип приоритета анализа сущностных сторон воспитания*, ориентирующий на изучение не столько количественных его показателей, сколько качественных – таких как содержание и разнообразие деятельности, характер общения и отношений субъектов образовательного процесса и др.;
- *принцип развивающего характера осуществляемого анализа*, ориентирующий на использование его результатов для совершенствования воспитательной деятельности в вузе/на факультете: уточнения цели и задач воспитания, планирования воспитательной работы, адекватного подбора видов, форм и содержания совместной деятельности обучающихся и преподавателей;

- принцип *разделенной ответственности* за результаты профессионально-личностного развития обучающихся, ориентирующий на понимание того, что профессионально-личностное развитие – это результат влияния как социальных институтов воспитания, так и самовоспитания.

### ***Примерная схема анализа воспитательной работы на факультете***

#### **1. Анализ целевых установок**

1.1 Наличие рабочей программы воспитания по всем реализуемым на факультете ОПОП.

1.2 Наличие утвержденного комплексного календарного плана воспитательной работы.

#### **2. Анализ информационного обеспечения организации и проведения воспитательной работы**

2.1 Наличие доступных для обучающихся источников информации, содержащих план воспитательной работы, расписание работы студенческих клубов, кружков, секций, творческих коллективов и т.д.

#### **3. Организация и проведение воспитательной работы**

3.1 Основные направления воспитательной работы в отчетном году, использованные в ней формы и методы, степень активности обучающихся в проведении мероприятий воспитательной работы.

3.2 Проведение студенческих фестивалей, смотров, конкурсов и пр., их количество в отчетном учебном году и содержательная направленность.

3.3 Участие обучающихся и оценка степени их активности в фестивалях, конкурсах, смотрах, соревнованиях различного уровня.

3.4 Достижения обучающихся, участвовавших в фестивалях, конкурсах, смотрах, соревнованиях различного уровня (количество призовых мест, дипломов, грамот и пр.).

3.5 Количество обучающихся, участвовавших в работе студенческих клубов, творческих коллективов, кружков, секций и пр. в отчетном учебном году.

3.6 Количество обучающихся, задействованных в различных воспитательных мероприятиях в качестве организаторов и в качестве участников.

#### **4. Итоги аттестации воспитательной работы факультета**

4.1. Выполнение в отчетном году календарного плана воспитательной работы: выполнен полностью – перевыполнен (с приведением конкретных сведений о перевыполнении) – невыполнен (с указанием причин невыполнения отдельных мероприятий).

4.2. Общее количество обучающихся, принявших участие в воспитательных мероприятиях в отчетном учебном году.

4.3. При наличии фактов пассивного отношения обучающихся к воспитательным мероприятиям: причины пассивности и предложения по ее устранению, активному вовлечению обучающихся в воспитательную работу.

4.4. Дополнительно в отчете могут быть представлены (по решению заместителя декана по воспитательной работе) сведения об инициативном участии обучающихся в воспитательных мероприятиях, не предусмотренных календарным планом воспитательной работы, о конкретных обучающихся, показавших наилучшие результаты участия в воспитательных мероприятиях и др.

### **Процедура аттестации воспитательной работы и выполнения календарного плана воспитательной работы**

**Оценочная шкала:** «удовлетворительно» – «неудовлетворительно».

#### **Оценочные критерии:**

**1. Количественный** – участие обучающихся в мероприятиях календарного плана воспитательной работы (олимпиадах, конкурсах, фестивалях, соревнованиях

и т.п.), участие обучающихся в работе клубов, секций, творческих, общественных студенческих объединений.

Воспитательная работа признается удовлетворительной при выполнении **одного из условий:**

Выполнение запланированных мероприятий по 6 из 7 направлений воспитательной работы
<b>или</b>
Участие не менее 80% обучающихся в мероприятиях по не менее 5 направлениям воспитательной работы
<b>или</b>
Охвачено 100% обучающихся по не менее 4 направлениям воспитательной работы
<b>или</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Охват не менее 50% обучающихся в мероприятиях по 7 направлениям воспитательной работы.</li> <li>2. Наличие дополнительных достижений обучающихся (индивидуальных или групповых) в мероприятиях воспитательной направленности внутривузовского, городского, регионального, межрегионального, всероссийского или международного уровня.</li> </ol>

**2. Качественный** – достижения обучающихся в различных воспитательных мероприятиях (уровень мероприятия – международный, всероссийский, региональный, университетский, факультетский; статус участия обучающихся – представители страны, области, вуза, факультета; характер участия обучающихся – организаторы, исполнители, зрители).

**Способы получения информации для проведения аттестации:** педагогическое наблюдение; анализ портфолио обучающихся и документации, подтверждающей их достижения (грамот, дипломов, благодарственных писем, сертификатов и пр.); беседы с обучающимися, студенческим активом факультета, преподавателями, принимающими участие в воспитательной работе, кураторами основных образовательных программ; анкетирование обучающихся (при необходимости); отчеты кураторов студенческих групп 1-2 курсов (по выбору заместителя декана по воспитательной работе и с учетом особенностей факультета).

**Источники получения информации для проведения аттестации:** устные, письменные, электронные (по выбору заместителя декана по воспитательной работе и с учетом особенностей факультета).

**Фиксация результатов аттестации:** отражаются в ежегодном отчете заместителя декана по воспитательной работе (по решению заместителя декана по воспитательной работе – в целом по факультету или отдельно по реализуемым направлениям подготовки / специальностям).

### Календарный план воспитательной работы

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета



Овчинников О. В.

21.04.2023

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ\* на 2023/2024 учебный год

№ п/п	Направление воспитательной работы	Мероприятие с указанием его целевой направленности	Сроки выполнения	Уровень мероприятия (федеральный, региональный, университетский, факультетский)	Исполнители
1.	Духовно-нравственное воспитание	День донора	Сентябрь, апрель	Региональный	Волонтерский центр ВГУ «Гравитация»
		Мероприятия по профилактике межнациональных конфликтов	Сентябрь	Университетский	Отдел по воспитательной работе
		Акция «Снежный десант»	Январь	Региональный	Отдел по воспитательной работе
		Мероприятия Клуба волонтеров ВГУ	В течение года	Региональный	Волонтерский центр ВГУ «Гравитация»
		Проведение интеллектуальных викторин	В течение года	Университетский	Отдел по воспитательной работе
2.	Гражданско-правовое воспитание	Мероприятия, посвященные Дню солидарности в борьбе с терроризмом	3 сентября	Университетский	Отдел по воспитательной работе
		Проведение комплекса круглых столов и лекций по противодействию экстремизму и терроризму	В течение года	Университетский	Управление по работе с молодежью
		Круглый стол "Безопасность в сети Интернет"	Март	Университетский	Отдел по воспитательной работе
		Секции Юридической клиники	Апрель	Университетский	Юридическая клиника ВГУ
3.	Патриотическ	Военно-спортивная игра для первокурсников «Зарница»	Сентябрь	Университетский	Отдел по воспитательной

	<b>ое воспитание</b>				работе
		Митинг, посвященный Дню освобождения г. Воронежа от немецко-фашистских захватчиков	25 января	Университетский	Отдел по воспитательной работе
		Гуманитарная помощь ветеранам	Май	Региональный	Отдел по воспитательной работе
		Участие в акции "Бессмертный полк"	Май	Региональный	Управление по работе с молодежью
		Мероприятия, посвященные Дню Победы	Май	Региональный	Отдел по воспитательной работе
4.	Экологическое воспитание	Волонтерские акции	В течение года	Региональный	Волонтерский центр ВГУ «Гравитация»
		Участие в мероприятиях по благоустройству	В течение года	Региональный	Волонтерский центр ВГУ «Гравитация»
5.	Культурно-эстетическое воспитание	Праздничный концерт, посвященный Дню знаний	1 сентября	Университетский	Культурно-досуговый отдел
		Мероприятие в рамках адаптации первокурсников «Посвящение в студенты»	Сентябрь	Университетский	Факультеты
		Цикл образовательных лекций для студентов в рамках подготовительной программы к фестивалю «Первокурсник – 2023»	Октябрь	Университетский	Культурно-досуговый отдел
		Фестиваль «Первокурсник – 2023»	Октябрь – ноябрь	Университетский	Культурно-досуговый отдел
		Праздничный концерт, посвященный Дню студента	Ноябрь	Университетский	Культурно-досуговый отдел
		Участие во всероссийском молодежном фестивале «Всероссийский студенческий марафон»	Февраль	Федеральный	Культурно-досуговый отдел, Отдел по воспитательной работе
		Праздничные мероприятия «Широкая масленица»	Март	Университетский	Культурно-досуговый отдел
		Фестиваль «Университетская весна»	Апрель	Университетский	Культурно-досуговый отдел
		Фестиваль «Областная весна»	Апрель	Региональный	Культурно-досуговый отдел
		Участие в федеральном мероприятии «Российская студенческая весна»	Май	Федеральный	Культурно-досуговый отдел
6.	Физическое воспитание	Фестиваль ГТО	Сентябрь	Университетский	Спортивный клуб
		Анкетирование студентов по видам спорта	Сентябрь	Университетский	Спортивный клуб
		Межфакультетская Универсиада	Ноябрь – Март	Университетский	Спортивный клуб
		Внутривузовский этап Чемпионата АССК	Декабрь – март	Университетский	Отдел по воспитательной работе
		Региональная Универсиада	Февраль - май	Региональный	Отдел по воспитательной работе
		Участие в федеральном спортивном проекте «АССК.Фест»	Май	Федеральный	Отдел по воспитательной работе
7.	Профессиональное	Агитационная кампания по привлечению обучающихся в студенческие отряды	В течение года	Университетский	Отдел по воспитательной работе

	воспитание	Турнир Трех Наук	Декабрь	Федеральный	Управление по инновациям
		День российского студенчества	Январь	Университетский	Отдел по воспитательной работе
		«Домашняя целина» студенческих отрядов ВГУ	Май	Университетский	Отдел по воспитательной работе

## \*Примечания:

1. Общеуниверситетский календарный план дополняется факультетскими мероприятиями по направлениям воспитательной работы.
2. По решению ученого совета факультета из календарного плана могут быть изъяты отдельные мероприятия нефакультетского уровня (по представлению заместителя декана по воспитательной работе).

## Аннотация рабочих программ дисциплин (модулей)

### Б1.О.01. Профессиональное общение на иностранном языке

Общая трудоемкость дисциплины: 4 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

*УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах) для академического и профессионального взаимодействия.*

- *УК-4.1. Выбирает на иностранном языке коммуникативно приемлемые стратегии академического и профессионального общения.*

- *УК-4.5. Владеет интегративными коммуникативными умениями в устной и письменной иноязычной речи в ситуациях академического и профессионального общения.*

**Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:** учебная дисциплина Профессиональное общение на иностранном языке относится к обязательной части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

#### **Цели и задачи учебной дисциплины**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- повышение уровня владения иностранным языком, достигнутого в бакалавриате, овладение иноязычной коммуникативной компетенцией на уровне В1+ (В2) для решения коммуникативных задач в учебно-познавательной и профессиональной сферах общения

- обеспечение основ научного общения и использования иностранного языка для самообразования в выбранном направлении

*Задачи учебной дисциплины:*

развитие умений

- воспринимать на слух и понимать содержание аутентичных профессионально-ориентированных текстов по заявленной проблематике (лекции, выступления, устные презентации) и выделять в них значимую/запрашиваемую информацию

- понимать содержание аутентичных профессионально-ориентированных научных текстов (статья, реферат, аннотация, тезисы) и выделять из них значимую/запрашиваемую информацию

- выступать с устными презентациями по теме исследования, соблюдая нормы речевого этикета, задавать вопросы и отвечать на них, высказывать свое мнение, при необходимости используя стратегии восстановления сбоя в процессе коммуникации (переспрос, перефразирование и др.)

- кратко излагать основное содержание научного выступления; корректно (в содержательно-структурном, композиционном и языковом плане) оформлять слайды презентации

**Форма промежуточной аттестации – экзамен.**

### Б1.О.02 Филологическое обеспечение профессиональной деятельности

Общая трудоемкость дисциплины 2 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

*УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия.*

- УК-4.1. Выбирает на государственном языке коммуникативно приемлемые стратегии академического и профессионального общения.

- УК-4.2. Использует информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации в процессе решения стандартных коммуникативных задач на государственном языке.

- УК-4.3. Умеет вести устные деловые переговоры в процессе профессионального взаимодействия на государственном языке РФ.

- УК-4.4 Аргументировано и конструктивно отстаивает свои позиции и идеи в академических и профессиональных дискуссиях на государственном языке РФ.

- УК-4.5. Владеет интегративными коммуникативными умениями в различных ситуациях академического и профессионального общения, адаптируя речь, стиль общения и язык жестов к ситуациям взаимодействия.

- УК-4.6. Умеет составлять и редактировать профессионально ориентированные тексты, а также академические тексты (рефераты, эссе, обзоры, статьи и т.д.).

**Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:** учебная дисциплина «Филологическое обеспечение профессиональной деятельности» относится к обязательной части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- овладение коммуникативными технологиями, используемыми в профессиональной деятельности;

- изучение методологии гуманитарной науки и способов ее применения для решения профессиональных проблем.

*Задачи учебной дисциплины:*

- укрепление у студентов устойчивого интереса к коммуникативным технологиям и применению соответствующих знаний в академической и профессиональной деятельности;

- формирование умения выстраивать прогностические сценарии и модели развития коммуникативных ситуаций (деловых переговоров, совещаний, научных семинаров, пресс-конференций, международных научных и бизнес-форумов).

- освоение норм и лексики русского литературного языка применительно к академической и профессиональной деятельности;

- формирование навыка корректировать собственную профессиональную деятельность с учетом требований деловой и академической коммуникации, а также ориентиров и норм, налагаемых современной культурой.

**Форма промежуточной аттестации – зачет.**

### **Б1.О.03 Теория и практика аргументации**

Общая трудоемкость дисциплины 2 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

*УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.*

- УК-1.1. Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации.

- УК-1.2. Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников.

- УК-1.3. Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая достоинства и недостатки.

**Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:** учебная дисциплина Теория и практика аргументации относится к обязательной части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

**Цели и задачи учебной дисциплины**

*Цель изучения учебной дисциплины:*

- формирование целостных представлений о зарождении и развитии философского знания;
- усвоение базовых понятий и категорий философской мысли, выработка умений системного изложения основных проблем теоретической философии, способствующих формированию мировоззренческой позиции.

*Основными задачами учебной дисциплины являются:*

- развитие у студентов интереса к фундаментальным философским знаниям;
- усвоение студентами проблемного содержания основных философских концепций, направлений и школ, овладение философским категориальным аппаратом с целью развития мировоззренческих основ профессионального сознания;
- формирование у студентов знаний о современных философских проблемах бытия, познания, человека и общества;
- развитие у студентов способности использовать теоретические общеполитические знания в профессиональной практической деятельности.

**Форма промежуточной аттестации** – зачет.

#### **Б1.О.04 Проектный менеджмент**

Общая трудоемкость дисциплины - 2 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

*УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений:*

- *УК-2.1. Формулирует конкретную, специфичную, измеримую во времени и пространстве цель, а также определяет дорожную карту движения к цели, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений.*

- *УК-2.2. Составляет иерархическую структуру работ, распределяет по задачам финансовые и трудовые ресурсы, использует актуальное ПО.*

- *УК-2.3. Проектирует смету и бюджет проекта, оценивает эффективность результатов проекта.*

- *УК-2.4. Составляет матрицу ответственности и матрицу коммуникаций проекта.*

- *УК-2.5. Использует гибкие технологии для реализации задач с изменяющимися во времени параметрами.*

**Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:** учебная дисциплина Проектное управление относится к обязательной части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

**Цели и задачи учебной дисциплины:**

*Цели изучения дисциплины:*

- получение знаний о функциях и методах управления проектами;
- обучение инструментам управления проектами;
- расширение знаний и компетенций студентов по проблематике социального поведения, лидерства, саморазвития, управления развитием команды.

*Задачи учебной дисциплины:*

- изучение основ водопадного и итеративного управления проектами;

- привитие навыков целеполагания, использования гибкого инструментария, оценки эффективности проекта.

- усвоение обучающимися различных инструментов управления проектами: иерархической структуры работ, матриц ответственности и коммуникации, сметы и бюджета проекта, оценки эффективности проекта.

**Форма промежуточной аттестации** – зачет с оценкой.

### **Б1.О.05 История России в мировом историко-культурном контексте**

Общая трудоемкость дисциплины - 2 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

*УК-5. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия*

- *УК-5.1. Анализирует важнейшие идеологические и ценностные системы, сформировавшиеся в ходе исторического развития; обосновывает актуальность их использования при социальном и профессиональном взаимодействии.*

- *УК-5.2. Выстраивает социальное профессиональное взаимодействие с учетом особенностей основных форм научного и религиозного сознания, деловой и общей культуры представителей других этносов и конфессий, различных социальных групп.*

- *УК-5.3 Обеспечивает создание недискриминационной среды в процессе межкультурного взаимодействия.*

**Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:** учебная дисциплина История России в мировом историко-культурном контексте относится к обязательной части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

#### **Цели и задачи учебной дисциплины**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- сформировать у студентов представление о культурно-историческом своеобразии России, ее месте в мировой и европейской цивилизации;

- сформировать систематизированные знания об основных закономерностях и особенностях всемирно исторического процесса;

- выработка навыков получения, анализа и обобщения исторической информации.

*Задачи учебной дисциплины:*

- знание движущих сил и закономерностей исторического процесса, формирование понимания многообразия культур и цивилизаций, в их взаимодействии, многовариантности исторического процесса, воспитание толерантности;

- формирование гражданственности и патриотизма;

- воспитание чувства национальной гордости.

**Форма промежуточной аттестации** - зачет.

### **Б1.О.06 Современные теории и технологии развития личности**

Общая трудоемкость дисциплины 3 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

*УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели*

- УК-3.1. Вырабатывает конструктивные стратегии и на их основе формирует команду, распределяет в ней роли для достижения поставленной цели.

- УК-3.2. Планирует и корректирует работу команды с учетом интересов, особенностей поведения и мнений ее членов, распределяет поручения и делегирует полномочия членам команды для достижения поставленной цели.

- УК-3.3. Разрешает конфликты и противоречия при деловом общении в команде на основе учета интересов всех сторон.

- УК-3.4. Организует и руководит дискуссиями по заданной теме и обсуждением результатов работы команды с привлечением последователей и оппонентов разработанным идеям.

- УК-3.5. Проявляет лидерские и командные качества, выбирает оптимальный стиль взаимодействия при организации и руководстве работой команды.

УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки

- УК-6.1. Оценивает свои личностные ресурсы, оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания.

- УК-6.2. Самостоятельно выявляет мотивы и стимулы для саморазвития, определяет реалистичные цели и приоритеты профессионального роста, способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям.

- УК-6.3. Выстраивает гибкую профессиональную траекторию, используя инструменты непрерывного образования, с учетом задач саморазвития, накопленного опыта профессиональной деятельности и динамично изменяющихся требований рынка труда.

- УК-6.4. Реализует приоритеты собственной деятельности, в том числе в условиях повышенной сложности и неопределенности, корректируя планы и способы их выполнения с учетом имеющихся ресурсов.

**Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:** учебная дисциплина «Современные теории и технологии развития личности» относится к обязательной части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

#### **Цели и задачи учебной дисциплины**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- формирование у магистрантов систематизированных научных представлений, практических умений и компетенций в области современных теорий личности и технологий ее развития.

*Задачи учебной дисциплины:*

- усвоение магистрантами системы знаний об современных теориях личности и технологиях ее развития как области психологической науки, о прикладном характере этих знаний в области их будущей профессиональной деятельности;

- формирование у студентов умений, навыков и компетенций, направленных на развитие и саморазвитие личности профессионала;

- укрепление у обучающихся интереса к глубокому и детальному изучению современных теорий личности и технологий ее развития, практическому применению полученных знаний, умений и навыков в целях собственного развития, профессиональной самореализации и самосовершенствования.

**Форма промежуточной аттестации** – зачет.

### **Б1.О.07 Физика ядерных реакторов**

Общая трудоемкость дисциплины 4 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

*ОПК-2. Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы.*

- ОПК-2.1. *Знает физические основы использования ядерной энергии.*

- ОПК-2.2. *Применяет современные методы исследования характеристик ядерных установок.*

*ПК-3. Способен к созданию теоретических и математических моделей, описывающих физику кинетических явлений или процессы в реакторах, ускорителях.*

- ПК-3.4. *Знает принцип работы и состав ядерного реактора, требования, предъявляемые к теплоносителям, реакторным материалам и их основные характеристики.*

- ПК-3.5. *Знает физические основы и принципы управления реактором.*

#### **Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:**

Учебная дисциплина относится к обязательной части Блока 1.

#### **Цели и задачи учебной дисциплины**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

-изучить основные понятия и определения физики ядерных реакторов, приобрести навыки вывода уравнений, описывающих физические процессы в ядерных реакторах.

*Задачи учебной дисциплины:*

- освоить основные понятия и определения физики ядерных реакторов;
- освоить понятия стационарных и нестационарных процессов в ЯЭУ;
- освоить принципы вывода дифференциальных уравнений распределения плотности потока нейтронов, температуры, энерговыделения;
- знать и понимать смысл уравнения возраста, а также освоить применение его для расчета полей энерговыделения;
- знать эффекты и коэффициенты реактивности.

**Форма промежуточной аттестации** – экзамен.

### **Б1.О.08 Технический английский язык**

Общая трудоемкость дисциплины 4 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

*ОПК-1. Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач.*

- ОПК-1.2. *Демонстрирует методологические проблемы, возникающие на разных этапах развития науки и физики.*

#### **Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:**

Учебная дисциплина относится к обязательной части Блока 1.

#### **Цели и задачи учебной дисциплины**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- повышение уровня владения иностранным языком, достигнутого в бакалавриате, и овладение обучающимися иноязычной коммуникативной компетенцией на уровне В1+ – В2 для решения коммуникативных задач в учебно-познавательной (академической) сфере общения, а также для обеспечения основ профессионального общения в технической сфере.

*Задачи учебной дисциплины:*

- развитие умений аудирования как рецептивного вида иноязычной речевой деятельности, в частности умений извлечения основного содержания прослушанного текста для последующего использования в качестве стимула для

обсуждения проблем актуальной для обучающихся учебно-познавательной и будущей профессиональной деятельности;

- развитие умений чтения как рецептивного вида иноязычной речевой деятельности, в частности умений поискового и изучающего чтения для использования полученной информации в учебных целях;

- развитие говорения как продуктивного вида иноязычной речевой деятельности в процессе порождения высказываний монологического и диалогического характера по изучаемой проблематике;

- развитие умений иноязычной письменной речи.

**Форма промежуточной аттестации** – зачет с оценкой.

### **Б1.О.09 История и методология физики**

Общая трудоемкость дисциплины 2 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

*ОПК-1. Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач*

- *ОПК-1.1. Знает этапы становления, формирования и развития физики как науки, основные методологические принципы физического исследования, научный подход к познанию мира, отделять его от псевдонаучной и антинаучной демагогии.*

- *ОПК-1.2. Демонстрирует методологические проблемы, возникающие на разных этапах развития науки и физики.*

- *ОПК-1.3. Владеет основами проблем развития физики, навыками выделения на каждом этапе этого развития методологических аспектов.*

*ОПК-2. Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы.*

- *ОПК-2.4. Владеет навыком осуществления выбора и создания критериев оценки исследований.*

#### **Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:**

Учебная дисциплина относится к обязательной части Блока 1.

#### **Цели и задачи учебной дисциплины**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- ознакомить студентов с историей зарождения научных знаний, появления одной из форм общественного сознания – науки, развития физики, а на базе этого материала продемонстрировать методологические проблемы, возникающие на разных этапах развития науки и физики, в частности, и их роль в этом процессе. В результате изучения курса студенты должны получить ясное представление о науке, ее развитии и роли, которую она выполняет в обществе, получить сведения об основных проблемах развития физики, научиться выделять на каждом этапе этого развития методологические аспекты, понять как решение методологических вопросов помогает преодолению трудностей в науке и, в конечном итоге, становится механизмом дальнейшего развития знаний.

*Задачи учебной дисциплины:*

- изучение этапов становления, формирования и развития физики как науки, основных методологических принципов физического исследования, научных подходов к познанию мира, отделять его от псевдонаучной и антинаучной демагогии, встать на путь активного противодействия лженауке и фальсификации научных исследований

- выработка умений продемонстрировать методологические проблемы, возникающие на разных этапах развития науки и физики показывать на примере истории физики взаимодействующую роль эксперимента и теории.

- овладение знаниями об основных проблемах развития физики, научиться выделять на каждом этапе этого развития методологические аспекты, понять, как решение методологических вопросов помогает преодолению трудностей в науке.

**Форма промежуточной аттестации** - зачет.

### **Б1.О.10 Физические основы ядерной энергетики**

Общая трудоемкость дисциплины 4 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

*ОПК-2. Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы.*

- ОПК-2.1. Знает физические основы использования ядерной энергии.

- ОПК-2.2. Применяет современные методы исследования характеристик ядерных установок.

- ОПК-2.3. Представляет результаты расчета характеристик ядерных реакторов в наглядной форме.

**Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:**

Учебная дисциплина относится к обязательной части блока Б1.

**Цели и задачи учебной дисциплины**

*Цели учебной дисциплины:*

- в рамках данной дисциплины излагаются основы ядерной энергетики; классификация ядерных реакторов; отравление, шлакование и выгорание горючего; радиоактивные отходы; система СУЗ; воспроизводство горючего в быстрых реакторах; физический расчет реактора; элементы теплового расчета. Успешное освоение дисциплины также позволит студентам получить необходимые знания о принципах работы основного оборудования и основах технологии производства тепла и электроэнергии в ядерных энергетических установках (ЯЭУ). Кроме того, студенты получают необходимые сведения по вопросам причинам возникновения аварий и поломок оборудования, вызывающие появление ионизирующего излучения, и обеспечение радиационной безопасности персонала АЭС и населения.

*Задачи учебной дисциплины:*

- изучение следующих понятий: тепловые, быстрые, гомогенные и гетерогенные реакторы; типы тепловыделяющих элементов; ядерное горючее, теплоносители, замедлители; основные ядерно-физические характеристики активных зон; ядерные сечения; деления ядер под действием нейтронов; цепная ядерная реакция деления; коэффициент размножения нейтронов в бесконечной среде; эффективный коэффициент размножения; работа реактора; роль запаздывающих нейтронов; критическая масса и критический размер; ядерный реактор – источник нейтронного и гамма излучения

- сформировать у студентов необходимые знания о принципах работы основного оборудования и основах технологии производства тепла и электроэнергии в ядерных энергетических установках (ЯЭУ); дать необходимые сведения по причинам возникновения аварий и поломок оборудования, вызывающие появление ионизирующего излучения, и обеспечение радиационной безопасности персонала АЭС и населения.

**Форма промежуточной аттестации** – экзамен.

### **Б1.О.11 Компьютерные технологии в науке и образовании**

Общая трудоемкость дисциплины - 2 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

**ОПК-3.** Способен оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ.

- ОПК-3.1. Знает основные возможности пакетов офисных программ и систем компьютерной верстки.

- ОПК-3.2. Применяет пакеты офисных программ для оформления результатов научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов в соответствии с требованиями научных редакций.

- ОПК-3.3. Использует пакеты офисных программ для подготовки презентаций.

- ОПК-3.4. Владеет навыками компьютерной верстки документов в соответствии с предъявляемыми издательствами требованиями.

- ОПК-3.5. Использует основные возможности систем компьютерной математики для аналитических и численных расчетов, графического представления результатов расчетов.

**ОПК-4.** Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

- ОПК-4.1. Осуществляет поиск, сбор, хранение, обработку, представление информации при решении задач профессиональной деятельности.

- ОПК-4.2. Подбирает и использует информационные технологии при решении задач профессиональной деятельности.

#### **Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:**

Учебная дисциплина к обязательной части блока Б1.

#### **Цели и задачи учебной дисциплины**

*Цели освоения учебной дисциплины:*

- овладение основными способами записи алгоритмов, изучение стандартных типов данных, основных структур и операторов на языке программирования высокого уровня, способов конструирования программ и модулей.

*Задачи учебной дисциплины:*

- изучение основных принципов проектирования и разработки программных систем.

- практическое овладение основными приемами программирования, тестирования и отладки программных систем с использованием современной инструментальной среды разработки.

- получение навыков применения современных средств разработки приложений для решения практических задач.

**Форма промежуточной аттестации** - зачет с оценкой.

### **Б1.В.01 Физический практикум по экспериментальным методам ядерной физики и дозиметрии**

Общая трудоемкость дисциплины 4 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

**ПК-2.** Готов к созданию новых методов расчета современных физических установок и устройств, разработке методов регистрации ионизирующих излучений, методов оценки количественных характеристик ядерных материалов.

- ПК-2.1. Знает методы и средства определения характеристик заряженных частиц, обработки аппаратного спектра.

- ПК-2.2. Оценивает возможности методов и средств измерения характеристик заряженных частиц.

- ПК-2.6. *Формулирует задачи и цели исследований, модифицирует методы измерений под поставленные задачи.*

ПК-6. *Способен самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования с оптимизированием методов исследования.*

- ПК-6.1. *Применяет методы исследования вещества на современных спектрометрах и детекторах, в том числе методы альфа-, бета и гамма-спектроскопии для проведения исследований образцов.*

**Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:**

Дисциплина вариативной части цикла Б1.В.ОД (Часть, формируемая участниками образовательных отношений).

**Цели и задачи учебной дисциплины**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- получение студентами углубленных знаний о методах исследований и измерений, применяющихся физиками - экспериментаторами, работающими в области ядерной физики и физики элементарных частиц.

*Задачи учебной дисциплины:*

- освоение студентами наиболее общих методов измерений и обработки экспериментальных результатов, используемых при проведении исследований излучений радиоактивных источников и потоков частиц высокой энергии.

**Форма промежуточной аттестации** – зачет с оценкой.

## **Б1.В.02 Радиационная защита ядерных объектов**

Общая трудоемкость дисциплины 2 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

ПК-8. *Способен обеспечивать радиационный контроль и экологически безопасную эксплуатацию ядерных энергетических установок с применением технических средств радиационного контроля ЯЭУ и АЭС и вести индивидуальный дозиметрический контроль персонала.*

- ПК-8.1. *Знает современные методы дозиметрии.*

- ПК-8.6. *Знает биологическое действие излучений на организм, основные сведения о природных и антропогенных радионуклидах в окружающей среде, тенденции в развитии энергетики, в том числе ядерной энергетики, радиационной безопасности и охране окружающей среды при эксплуатации АЭС, защитных мероприятиях и мерах по преодолению последствий при авариях на объектах атомной энергетики, организации и проведении радиационного мониторинга производственных объектов и окружающей среды.*

**Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:**

Дисциплина вариативной части цикла Б1.В.ОД (Часть, формируемая участниками образовательных отношений).

**Цели и задачи учебной дисциплины**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- изучение физики дефектообразования в полупроводниках и полимерах под действием широкого класса радиационных воздействий, дозовой зависимости процесса радиационного дефектообразования, релаксационных процессов, сопоставления влияния различных видов облучения на процессы дефектообразования и релаксации, ознакомление с радиационными технологиями в производстве микроэлектронной техники и полимеров с заданными свойствами, методов относительной и контрольной дозиметрии, современной радиометрической и дозиметрической аппаратуры.

**Задачи учебной дисциплины:**

- изучение механизмов радиационных и магнитных воздействий на многослойные полупроводниковые структуры и полимеры, процессы релаксации дефектов в полупроводниковых структурах и полимерах, современные методы дозиметрии

- развить умение разбираться в основах радиационных технологий и моделировании радиационных процессов, оценить возможности методов и средств измерения дозиметрических характеристик

- овладение методикой расчета доз и режимов релаксации для технологии МДП ИС и процессов радиационной полимеризации, методом градуировок и проверок различных типов радиометров для контроля за различными типами радиоактивных источников.

**Форма промежуточной аттестации** - зачет с оценкой.

**Б1.В.03 Топливный цикл**

Общая трудоемкость дисциплины 3 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

*ПК-1. Способен к созданию теоретических и математических моделей, описывающих конденсированное состояние вещества, распространение и взаимодействие излучения с веществом.*

- *ПК-1.1. Знает основные модели процессов в области физики атомного ядра, конденсированное состояние вещества, взаимодействие излучения с веществом.*

*ПК-3. Способен к созданию теоретических и математических моделей, описывающих физику кинетических явлений или процессы в реакторах, ускорителях.*

- *ПК-3.4. Знает принцип работы и состав ядерного реактора, требования, предъявляемые к теплоносителям, реакторным материалам и их основные характеристики.*

*ПК-6. Способен самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования с оптимизированием методов исследования.*

- *ПК-6.8. Знает основы радиометрических измерений суммарной активности и методы регистрации радионуклидов, методы радиохимического анализа.*

*ПК-8. Способен обеспечивать радиационный контроль и экологически безопасную эксплуатацию ядерных энергетических установок с применением технических средств радиационного контроля ЯЭУ и АЭС и вести индивидуальный дозиметрический контроль персонала.*

- *ПК-8.3. Знает методы и задачи радиоэкологии.*

- *ПК-8.4. Проводит радиационный мониторинг окружающей среды, осуществляет отбор проб и их предварительную подготовку.*

- *ПК-8.5. Владеет методами дозиметрии внешнего облучения.*

**Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:**

Дисциплина вариативной части цикла Б1.В.ОД (Часть, формируемая участниками образовательных отношений).

**Цели и задачи учебной дисциплины**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

– изучение структуры и функционирования ядерного топливного цикла (ЯТЦ), влияния предприятий ЯТЦ на экологию окружающей среды, радиоактивных

воздействий на человека и биоту Земли, гигиенических основ радиационной безопасности.

*Задачи учебной дисциплины:*

– научить методам контроля антропогенного загрязнения среды и проведения радиационного мониторинга, навыкам работы с радиационными источниками в условиях производства и при выполнении НИИОКР.

**Форма промежуточной аттестации** - экзамен.

#### **Б1.В.04 Тепломассообмен в энергетическом оборудовании**

Общая трудоемкость дисциплины 4 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

*ПК-3. Способен к созданию теоретических и математических моделей, описывающих физику кинетических явлений или процессы в реакторах, ускорителях.*

- ПК-3.2. Выполняет теплогидравлический расчет реакторов.

*ПК-5. Способен осуществлять контроль, организацию и планирование безопасной эксплуатации тепло- и электрооборудования, трубопроводов, парогенераторов АЭС, а также основных фондов реакторного отделения АЭС.*

- ПК-5.1. Обладает знаниями физических основ процессов переноса тепла.

- ПК-5.2. Осуществляет расчеты теплообменников и активных зон реакторов, проводит оценку тепло-гидравлических характеристик на основе простейших моделей; использует программы расчетов тепло-гидравлических характеристик ячейки реактора и реактора в целом.

- ПК-5.3. Осуществляет поиск и анализирует научно-техническую информацию и выбирает необходимые данные для тепло-гидравлических расчётов; выбирает конструкционные материалы активной зоны реактора в зависимости от условий работы.

*ПК-7. Способен оценивать риск и определять меры безопасности для ядерных установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения.*

- ПК-7.1. Знает тепловые процессы, протекающие в устройствах для преобразования и использования энергии, элементах конструкций аппаратов и установок, которые разрабатываются, создаются и применяются в областях энергетической техники.

- ПК-7.2. Владеет терминологией в области реакторостроения; навыками поиска информации о тепло-гидравлических свойствах материалов активной зоны; навыками применения информации о технических параметрах основных видов ядерных реакторов при проектировании ядерных реакторов.

**Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:**

Дисциплина вариативной части цикла Б1.В.ОД (Часть, формируемая участниками образовательных отношений).

**Цели и задачи учебной дисциплины**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- целью изучения дисциплины является как фундаментальная, так и прикладная подготовка специалистов в области явлений переноса тепла и массы и базирующихся на них технических систем, и процессов.

*Задачи учебной дисциплины:*

- изучение общих вопросов теории теплообмена, составляющих научную базу для анализа и расчета процессов теплообмена и специальные вопросы теплообмена, характерные для узлов ядерных энергетических установок.

- приобретение умений проводить оценку тепло-гидравлических характеристик на основе простейших моделей; самостоятельно разбираться в методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи; использовать программы расчетов тепло-гидравлических характеристик ячейки реактора и реактора в целом;

- умение осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые данные для тепло-гидравлических расчетов; выбирать конструкционные материалы активной зоны реактора в зависимости от условий работы

- изучение основных законов, описывающих феноменологию, механизм и кинетику явлений и процессов переноса тепла и массы, в том числе межфазного, в простых и многокомпонентных системах, а именно процессов теплопереноса (теплопроводности, конвективного и лучистого теплообмена, теплопередачи) и диффузии;

**Формы промежуточной аттестации** – экзамен.

### **Б1.В.05 Машины и оборудование АЭС**

Общая трудоемкость дисциплины 3 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

ПК-1. Способен к созданию теоретических и математических моделей, описывающих конденсированное состояние вещества, распространение и взаимодействие излучения с веществом.

ПК-1.2 Знает основные модели процессов в области физики атомного ядра, конденсированного состояния вещества и взаимодействия излучений с веществом.

ПК-1.3 Составляет математические модели ядерно-физических процессов.

**Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:** Дисциплина вариативной части цикла Б1.В.ОД (Часть, формируемая участниками образовательных отношений).

#### **Цели и задачи учебной дисциплины**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- перечислить /объяснить распределение оборудования и систем по отделениям АЭС.

- дать определение «Эксплуатация АЭС»

- перечислить /объяснить функции основных систем, оборудования и элементов, обеспечивающих безопасную и надежную эксплуатацию двухконтурной АЭС указать их различие.

- объяснить классификацию систем и оборудования РУ по ОПБ и ПУБЭ по: назначению, влиянию на безопасность, характеру выполняемых ими функций безопасности;

- дать определение «Отказ» для элементов АЭС, «Отказ», для элементов систем безопасности,

- перечислить группы оборудования и трубопроводов, влияющих на безопасность, выделенных на АЭС.

- Объяснить различные принципы действия воздействия на реактивность?

- Объяснить обеспечение теплоотвода от активной зоны со стороны 1 и 2 контуров

- Объяснить требования к качеству элементов АЭС, отнесенных к 1,2,3 класс

- Обосновать общие технологические функции, выполняемые на АЭС

- Объяснить классификацию системы безопасности по характеру выполняемых ими функций

*Задачи учебной дисциплины:*

- формирование умения по обеспечению мер безопасности при выполнении ЯОР с использованием современных технологий;
  - приобрести умения определения классификацию систем (элементов) АЭС по влиянию на безопасность
  - приобрести навыки обоснования отнесения классу безопасности оборудование, трубопроводы и другие технические устройства системы безопасности
  - приобрести навыки выявления конструктивных особенностей обеспечения безопасности оборудования и трубопроводов
  - приобрести навыки самоконтроля действий, правильной коммуникации;
- Форма промежуточной аттестации** - экзамен.

### **Б1.В.06 Дозиметрия и радиозекология**

Общая трудоемкость дисциплины - 3 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

*ПК-6. Способен самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования с оптимизированием методов исследования.*

- *ПК-6.1. Применяет методы исследования вещества на современных спектрометрах и детекторах, в том числе методы альфа-, бета и гамма-спектроскопии для проведения исследований образцов.*

*ПК-8. Способен обеспечивать радиационный контроль и экологически безопасную эксплуатацию ядерных энергетических установок с применением технических средств радиационного контроля ЯЭУ и АЭС и вести индивидуальный дозиметрический контроль персонала.*

- *ПК-8.1 Знает современные методы дозиметрии.*

- *ПК-8.2 Владеет методикой расчета доз, методом градуировок и поверок различных типов радиометров для контроля за различными типами радиоактивных источников.*

- *ПК-8.5. Владеет методами дозиметрии внешнего облучения.*

- *ПК-8.6. Знает биологическое действие излучений на организм, основные сведения о природных и антропогенных радионуклидах в окружающей среде, тенденции в развитии энергетики, в том числе ядерной энергетики, ядерном топливном цикле, радиационной безопасности и охране окружающей среды при эксплуатации АЭС.*

#### **Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:**

Дисциплина вариативной части цикла Б1.В.ОД (Часть, формируемая участниками образовательных отношений).

#### **Цели и задачи учебной дисциплины**

*Целью освоения учебной дисциплины является:*

- овладение знаниями о действии ионизирующего излучения на все структурные элементы биосферы, о вероятных последствиях радиационных воздействий на уровне клеток, организмов, экосистем; изучение методов экологического и санитарного контроля радиационного воздействия, защиты и основ профилактики изменений в метаболизме биоценозов, неблагоприятных реакций населения, испытывающих радиационные воздействия, а также освоение методов относительной и контрольной дозиметрии, современной радиометрической и дозиметрической аппаратуры.

*Задачи учебной дисциплины*

- сводятся к усвоению знаний и формированию представлений: о принципах воздействия различных видов ионизирующих излучений на биологические объекты, о положениях радиационной безопасности и правилах ее нормирования; об анализе радиационной обстановки, интерпретации данных радиоэкологических обследований, оценке опасности, связанной с эксплуатацией предприятий ядерного топливного цикла; об организации радиоэкологического обследования территории в системе мониторинга окружающей среды, мероприятий по экологической защите и реабилитации территорий, находящихся в зоне воздействия источников ионизирующего и неионизирующего излучения, кроме того изучение основных методов дозиметрии, основной радиометрической и дозиметрической аппаратуры.

**Форма промежуточной аттестации** - зачет с оценкой.

### **Б1.В.07 Резонансные методы исследования**

Общая трудоемкость дисциплины 4 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

*ПК-2. Готов к созданию новых методов расчета современных физических установок и устройств, разработке методов регистрации ионизирующих излучений, методов оценки количественных характеристик ядерных материалов.*

- *ПК-2.3. Знает физико-химические характеристики материалов, измеряемые с помощью мессбауэровской спектрометрии.*

*ПК-6. Способен самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования с оптимизированием методов исследования.*

- *ПК-6.2. Знает методы и методики спектрометрии и излучений.*

- *ПК-6.3. Анализирует данные, получаемые при использовании различных методик измерений в мессбауэровской спектрометрии. а также данные, получаемые в различных магниторезонансных спектрометрах с точки зрения структуры исследуемых образцов.*

- *ПК-6.4. Владеет методами измерений характеристик материалов с помощью мессбауэровской спектрометрии, владеть методами изучения физико-химических характеристик материалов с помощью магниторезонансных спектрометров.*

#### **Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:**

Обязательная дисциплина вариативной части цикла Б1.В.ОД (Часть, формируемая участниками образовательных отношений).

#### **Цели и задачи учебной дисциплины**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- ознакомление с радиоспектроскопическими и мессбауэровскими методами исследования свойств веществ, методами описания спектров парамагнитного и мессбауэровского резонанса, применением спектроскопии магнитного и мессбауэровского резонанса в научных исследованиях и на практике.

*Задачи учебной дисциплины:*

- получить знания о методах и методиках спектрометрии и излучений;

- анализировать данные, получаемые при использовании различных методик измерений в мессбауэровской спектрометрии. а также данные, получаемые в различных магниторезонансных спектрометрах с точки зрения структуры исследуемых образцов;

- овладеть методами измерений характеристик материалов с помощью мессбауэровской спектрометрии, владеть методами изучения физико-химических характеристик материалов с помощью магниторезонансных спектрометров

**Форма промежуточной аттестации** – зачет с оценкой.

### **Б1.В.08 Спектрометрия ядерных излучений**

Общая трудоемкость дисциплины 3 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

*ПК-6. Способен самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования с оптимизированием методов исследования.*

- *ПК-6.5. Знает физические явления, на которых основано определение элементного и изотопного состава вещества, основы исследования структурных характеристик материалов методами масс-спектрометрии, резерфордовского рассеяния, каналирования, мессбауэровской спектроскопии*

- *ПК-6.6. Выбирает метод измерений и обработки экспериментальных результатов при планировании эксперимента для проведения исследований излучений различных радиоактивных источников и частиц высокой энергии*

- *ПК-6.7. Владеет навыками практического применения спектрометрии: осуществлять градуировку спектрометров энергий гамма-излучений, определять относительную активность источников излучений, проводить идентификацию типа заряженных частиц по удельной ионизации.*

#### **Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:**

Обязательная дисциплина вариативной части цикла Б1 (Часть, формируемая участниками образовательных отношений).

#### **Цели и задачи учебной дисциплины**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- ознакомление студентов с основными методами и методиками спектрометрии излучений, основ физики взаимодействия излучений с веществом, методов регистрации излучений спектрометрами и практического их применения.

*Задачи учебной дисциплины:*

- дать знания о физических явлениях, на которых основано определение элементного и изотопного состава вещества, основах исследования характеристик материалов методами резерфордовского рассеяния, каналирования, альфа- и бета-спектрометрии

- научить выбирать метод измерений и обработки экспериментальных результатов при планировании эксперимента для проведения исследований излучений различных радиоактивных источников и частиц высокой энергии

- дать навыки практического применения спектрометрии: осуществлять градуировку спектрометров, определять относительную активность источников излучений, проводить идентификацию типа заряженных частиц по удельной ионизации

**Форма(ы) промежуточной аттестации** – зачет.

### **Б1.В.09 Инструментальные и экспериментальные методы физики ядерных реакторов**

Общая трудоемкость дисциплины 3 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

*ПК-2. Готов к созданию новых методов расчета современных физических установок и устройств, разработке методов регистрации ионизирующих излучений, методов оценки количественных характеристик ядерных материалов*

*- ПК-2.4 Знает методы и средства моделирования физико-технических процессов в физических установках, методы и средства регистрации излучений, характеристики ядерных материалов.*

*ПК-3. Способен к созданию теоретических и математических моделей, описывающих физику кинетических явлений или процессы в реакторах, ускорителях.*

*- ПК-3.1. Знает основы теплогидравлического расчета реактора и основные требования к конструкциям ЯЭР.*

*ПК-6. Способен самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования с оптимизированием методов исследования.*

*- ПК-6.6. Выбирает метод измерений и обработки экспериментальных результатов при планировании эксперимента для проведения исследований излучений различных радиоактивных источников и частиц высокой энергии.*

*- ПК-6.7. Владеет навыками практического применения спектрометрии: осуществлять градуировку спектрометров энергий гамма-излучений, определять относительную активность источников излучений, проводить идентификацию типа заряженных частиц по удельной ионизации.*

*- ПК-6.8. Знает основы радиометрических измерений суммарной активности и методы регистрации радионуклидов, методы радиохимического анализа.*

*ПК-7. Способен оценивать риск и определять меры безопасности для ядерных установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения.*

*- ПК-7.3. Знает физические основы и принципы управления реактором, требования, предъявляемые к надежности и безопасности работы реактора, конструкции ядерных энергетических реакторов (ЯЭР) ВВЭР, РБМК, БН и перспективных проектов.*

#### **Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:**

Обязательная дисциплина вариативной части цикла Б1.В (Часть, формируемая участниками образовательных отношений).

#### **Цели и задачи учебной дисциплины**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

*- объяснить/перечислить требования готовности систем и оборудования на этапе «Физический пуск»;*

*- дать определение «Физический пуск», «Физический пуск реактора», «Ядерно-опасные работы»;*

*- перечислить требования безопасности по каждой программе испытаний при выполнении ЯОР;*

*- объяснить порядок выполнения работ при первой загрузке штатной активной зоны ТВС, ПС СУЗ и заполнение реактора раствором борной кислоты необходимой концентрации.*

*- объяснить проверку качества установки блока защитных труб (БЗТ);*

*- объяснить критерии успешности виброшумового контроля, контроля теплогидравлических характеристик ВБ и шахтного объема реактора.*

*- объяснить критерии успешности проверки достоверности контроля основных технологических параметров РУ;*

*- объяснить проверку работоспособности и достоверности информации и расчетных каналов контроля теплоносителя 1 контура СВРК АЭС.*

- объяснить какие рекомендации представить для улучшения запаса о кризиса теплообмена, восстановления энерговыделения и контроля подогрева ТВС.

- объяснить условия вывода реактора в критическое состояние

*Задачи учебной дисциплины:*

- формирование умения по обеспечению мер безопасности при выполнении ЯОР с использованием современных технологий;

- приобрести навыки по организации выполнения ЯОР;

- приобрести навыки достоверного контроля измерительных каналов основных технологических параметров РУ и каналов контроля параметров для формирования сигналов защит, расчетов мощности реактора и энерговыработки;

- приобрести навыки регистрации значений мощности реактора по каналам измерений в диапазонах диапазона источника (ДИ) и пускового диапазона (ПД)

- приобрести навыки к оформлению отчетно-сдаточной документации по окончании ЯОР по достижению критериев успешности.

**Форма промежуточной аттестации** – зачет.

### **Б1.В.10 Динамика жидкости и газа**

Общая трудоемкость дисциплины 2 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

*ПК-5. Способен осуществлять контроль, организацию и планирование безопасной эксплуатации тепло- и электрооборудования, трубопроводов, парогенераторов АЭС, а также основных фондов реакторного отделения АЭС*

- *ПК-5.4. Знает термины и определения в области динамики жидкости и газа.*

- *ПК-5.5. Рассчитывает потери на трение и местные сопротивления.*

**Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:**

Дисциплина относится к базовой части цикла Б1.В.ОД (Часть, формируемая участниками образовательных отношений).

**Цели и задачи учебной дисциплины**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- освоение основ механики жидкости и газа, приобретение знаний в области динамики жидкости и газа, дифференциальных уравнений гидростатики, приобрести умения рассчитывать потери на трение и местные сопротивления в элементах трубопроводов; определять режим течения жидкости или газа;

*Задачи учебной дисциплины:*

- приобрести умения решения уравнений гидростатики;

- научиться использовать в практических расчетах уравнение Бернулли; выполнять гидравлическое профилирование активной зоны реакторной установки с водяным и газовым теплоносителем.

**Форма промежуточной аттестации** – зачет.

### **Б1.В.11 Термогидравлические процессы в ядерных установках**

Общая трудоемкость дисциплины 3 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

*ПК-3. Способен к созданию теоретических и математических моделей, описывающих физику кинетических явлений или процессы в реакторах, ускорителях.*

- ПК-3.1. Знает основы теплогидравлического расчета реактора и основные требования к конструкциям ЯЭР.

- ПК-3.2. Выполняет теплогидравлический расчет реакторов ПКР-2.3. Умеет осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые данные для тепло-гидравлических расчётов; выбирать конструкционные материалы активной зоны реактора в зависимости от условий работы.

ПК-5. Способен осуществлять контроль, организацию и планирование безопасной эксплуатации тепло- и электрооборудования, трубопроводов, парогенераторов АЭС, а также основных фондов реакторного отделения АЭС.

- ПК-5.2. Осуществляет расчеты теплообменников и активных зон реакторов, проводит оценку тепло-гидравлических характеристик на основе простейших моделей; использует программы расчетов тепло-гидравлических характеристик ячейки реактора и реактора в целом.

- ПК-5.3. Осуществляет поиск и анализирует научно-техническую информацию и выбирает необходимые данные для тепло-гидравлических расчётов; выбирает конструкционные материалы активной зоны реактора в зависимости от условий работы.

- ПК-5.5. Рассчитывает потери на трение и местные сопротивления.

#### **Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:**

Дисциплина относится к базовой части цикла Б1.В. (Часть, формируемая участниками образовательных отношений).

#### **Цели и задачи учебной дисциплины**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- освоение термогидравлического анализа, включающего теплообменные и гидродинамические характеристики активной зоны реактора: распределение параметров теплоносителя, температурных полей, условия наступления кризиса теплообмена как в номинальных переходных режимах, связанных с пуском и остановкой реактора, так и в нестационарных режимах, вызванных аварийными ситуациями.

*Задачи учебной дисциплины:*

- овладеть основными методами анализа термогидравлических характеристик ядерного реактора,

- развить способность оценки параметров теплоносителя, температурных полей,

- дать основы следующих знаний: теплообменные и гидродинамические характеристики активной зоны реактора, теплоносителя.

**Форма промежуточной аттестации – зачет.**

### **Б1.В.12 Ядерные модели**

Общая трудоемкость дисциплины 4 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

ПК-1. Способен к созданию теоретических и математических моделей, описывающих конденсированное состояние вещества, распространение и взаимодействие излучения с веществом.

- ПК-1.1. Знает основные модели процессов в области физики атомного ядра, конденсированное состояние вещества, взаимодействие излучения с веществом.

- ПК-1.2. Знает основные модели процессов в области физики атомного ядра, конденсированного состояния вещества и взаимодействия излучений с веществом.

- ПК-1.5. Знает современные представления в области физики атомного ядра необходимых для описания процессов, протекающих в ядерно-энергетических установках.

- ПК-1.6. Применяет знания теории атомного ядра на практике для решения фундаментальных и прикладных научных задач в области современной ядерной физики.

ПК-4. Способен использовать фундаментальные законы в области физики атомного ядра и частиц, ядерных реакторов, конденсированного состояния вещества, экологии в объеме, достаточном для самостоятельного комбинирования и синтеза реальных идей.

- ПК-4.7. Знает основные предположения, уравнения и соотношения относящиеся к оболочечной, обобщенной и сверхтекучей моделям атомного ядра.

- ПК-4.8. Рассчитывает среднее время жизни радиоактивных ядер, пользуясь законом радиоактивного распада и справочными данными.

#### **Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:**

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений цикла Б1.В.

#### **Цели и задачи учебной дисциплины**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- ознакомление студентов с основными моделями ядра, используемыми при описании различных ядерно-физических процессов. Вместе с другими спецкурсами кафедры данный спецкурс преследует цель подготовки специалиста по ядерной физике, владеющего приемами экспериментальной работы и методами теоретического анализа ядерно-физических процессов.

*Задачи учебной дисциплины:*

- научить студентов проводить теоретический анализ ядерно-физических явлений с помощью соответствующих моделей ядра.

**Форма промежуточной аттестации – зачет.**

### **Б1.В.13 Теория переноса излучений**

Общая трудоемкость дисциплины 5 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

ПК-1. Способен к созданию теоретических и математических моделей, описывающих конденсированное состояние вещества, распространение и взаимодействие излучения с веществом.

- ПК-1.2. Знает основные модели процессов в области физики атомного ядра, конденсированного состояния вещества и взаимодействия излучений с веществом.

- ПК-1.3. Составляет математические модели ядерно-физических процессов.

- ПК-1.4. Осуществляет теоретическое моделирование ядерно-физических систем и процессов.

ПК-4. Способен использовать фундаментальные законы в области физики атомного ядра и частиц, ядерных реакторов, конденсированного состояния вещества, экологии в объеме, достаточном для самостоятельного комбинирования и синтеза реальных идей.

- ПК-4.1. Знает фундаментальные понятия, базовые модели, принципы и математические методы теории переноса излучений, а также границы их применимости.

- ПК-4.2. Выделяет конкретное «физическое» содержание в прикладных задачах переноса излучений, проводить анализ полученных результатов, ставить и решать конкретные задачи переноса излучений.

- ПК-4.3. Знает основные закономерности процессов генерации, распространения нейтронов, а также взаимодействия нейтронов с атомными ядрами.

- ПК-4.4. Рассчитывает характеристики генерации, распространения нейтронов, а также взаимодействия нейтронов с атомными ядрами.

ПК-7. Способен оценивать риск и определять меры безопасности для ядерных установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения.

- ПК-7.4. Знает основы диффузии нейтронов, пространственного распределения замедляющихся нейтронов.

- ПК-7.6. Владеет методами расчета нейтронных полей с целью уменьшения риска возникновения аварийных ситуаций.

#### **Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:**

Дисциплина входит в вариативную часть цикла Б1.В.ОД (Часть, формируемая участниками образовательных отношений).

#### **Цели и задачи учебной дисциплины**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- ознакомление студентов с основными закономерностями распространения заряженных частиц, фотонов и нейтронов в различных средах, изучение методов расчета характеристик взаимодействия, приобретение умений выполнять расчеты характеристик прохождения ионизирующих излучений в веществе.

*Задачи учебной дисциплины:*

- изучить фундаментальные понятия, базовые модели, принципы и математические методы теории переноса излучений, а также границы их применимости

- научиться выделять конкретное «физическое» содержание в прикладных задачах переноса излучений, проводить анализ полученных результатов, ставить и решать конкретные задачи переноса излучений

- овладеть методами расчета характеристик потоков частиц в веществе как аналитическими, так и численными, с приложениями к решению типовых задач по переносу излучений

**Форма промежуточной аттестации** – зачет.

### **Б1.В.14 Безопасность и контроль в физике ядерных реакторов**

Общая трудоемкость дисциплины 4 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

ПК-1. Способен к созданию теоретических и математических моделей, описывающих конденсированное состояние вещества, распространение и взаимодействие излучения с веществом

- ПК-1.5. Знает современные представления в области физики атомного ядра необходимых для описания процессов, протекающих в ядерно-энергетических установках.

ПК-2. Способен к созданию новых методов расчета современных физических установок и устройств, разработке методов регистрации ионизирующих излучений, методов оценки количественных характеристик ядерных материалов.

- ПК-2.4. Знает методы и средства моделирования физико-технических процессов в физических установках, методы и средства регистрации излучений, характеристики ядерных материалов.

ПК-3. Способен к созданию теоретических и математических моделей, описывающих физику кинетических явлений или процессы в реакторах, ускорителях.

- ПК-3.3. Обосновывает выбор технических решений и конструкций ЯЭР.

- ПК-3.4. Знает принцип работы и состав ядерного реактора, требования, предъявляемые к теплоносителям, реакторным материалам и их основные характеристики.

- ПК-3.6. Обосновывает выбор технических решений и конструкций ЯЭР при переходных режимах работы ЯЭР.

- ПК-3.7. Рассчитывает переход активной зоны ЯЭУ на другой уровень мощности; оценивает обогащение топлива для реакции деления, анализирует состояние размножающей системы и проводит оценки основных характеристик ЯЭР при нестационарных процессах в ЯЭР.

ПК-6. Способен самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования с оптимизированием методов исследования.

- ПК-6.8. Знает основы радиометрических измерений суммарной активности и методы регистрации радионуклидов, методы радиохимического анализа.

ПК-7. Способен оценивать риск и определять меры безопасности для ядерных установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения.

- ПК-7.3. Знает физические основы и принципы управления реактором, требования, предъявляемые к надежности и безопасности работы реактора, конструкции ядерных энергетических реакторов (ЯЭР) ВВЭР, РБМК, БН и перспективных проектов.

- ПК-7.5. Проводит оценку риска для ядерных установок, связанных с пространственным распределением нейтронов в среде.

- ПК-7.6. Владеет методами расчета нейтронных полей с целью уменьшения риска возникновения аварийных ситуаций.

- ПК-7.7. Оценивает параметры дискретизации, программировать простые системы автоматизации, соответствующие безопасности эксплуатации ядерных установок.

- ПК-7.8. Владеет методами выбора оптимальной технологии программного управления элементами системы автоматизации, соответствующей безопасности эксплуатации ядерных установок.

ПК-8. Способен обеспечивать радиационный контроль и экологически безопасную эксплуатацию ядерных энергетических установок с применением технических средств радиационного контроля ЯЭУ и АЭС и вести индивидуальный дозиметрический контроль персонала.

- ПК-8.6. Знает биологическое действие излучений на организм, основные сведения о природных и антропогенных радионуклидах в окружающей среде, тенденции в развитии энергетики, в том числе ядерной энергетики, радиационной безопасности и охране окружающей среды при эксплуатации АЭС, защитных мероприятиях и мерах по преодолению последствий при авариях на объектах атомной энергетики, организации и проведении радиационного мониторинга производственных объектов и окружающей среды.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина входит в вариативную часть цикла Б1.В (Часть, формируемая участниками образовательных отношений).

### **Цели и задачи учебной дисциплины**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- объяснить/перечислить требования готовности систем и оборудования на этапе «Физический пуск»..

- дать определение «Физический пуск», «Физический пуск реактора», «Ядерно-опасные работы».

- перечислить требования безопасности по каждой программе испытаний при выполнении ЯОР.

- объяснить порядок выполнения работ при первой загрузке штатной активной зоны ТВС, ПС СУЗ и заполнение реактора раствором борной кислоты необходимой концентрации.

- объяснить проверку качества установки блока защитных труб (БЗТ).

- объяснить критерии успешности виброшумового контроля, контроля теплогидравлических характеристик ВБ и шахтного объема реактора.

- объяснить критерии успешности проверки достоверности контроля основных технологических параметров РУ.

- объяснить проверку работоспособности и достоверности информации и расчетных каналов контроля теплоносителя 1 контура СВРК АЭС.

- объяснить какие рекомендации представить для улучшения запаса о кризиса теплообмена, восстановления энерговыделения и контроля подогрева ТВС.

- объяснить условия вывода реактора в критическое состояние

*Задачи учебной дисциплины:*

- формирование умения по обеспечению мер безопасности при выполнении ЯОР с использованием современных технологий;

- приобрести навыки по организации выполнения ЯОР;

- приобрести навыки достоверного контроля измерительных каналов основных технологических параметров РУ и каналов контроля параметров для формирования сигналов защит, расчетов мощности реактора и энерговыработки;

- приобрести навыки регистрации значений мощности реактора по каналам измерений в диапазонах диапазона источника (ДИ) и пускового диапазона (ПД)

- приобрести навыки к оформлению отчетно-сдаточной документации по окончании ЯОР по достижению критериев успешности.

**Форма промежуточной аттестации** – зачет.

## **Б1.В.ДВ.01.01 Ядерная электроника**

Общая трудоемкость дисциплины 4 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

*ПК-5. Способен осуществлять контроль, организацию и планирование безопасной эксплуатации тепло- и электрооборудования, трубопроводов, парогенераторов АЭС, а также основных фондов реакторного отделения АЭС.*

*- ПК-5.6. Знает процессы в электронных компонентах, цепях и устройствах, понимает принципиальные возможности и ограничения электронных устройств, методов исследований и измерений, применяющихся физиками-экспериментаторами, работающими в области ядерной физики и физики элементарных частиц.*

*- ПК-5.8. Владеет практическими навыками выбора схемотехнических решений и расчета параметров и режимов работы элементов схемы для решения конкретных задач.*

**Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:**

Дисциплина входит в вариативную часть цикла Б1.В.ОД (Часть, формируемая участниками образовательных отношений).

### **Цели и задачи учебной дисциплины**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- дать студентам представление о современной электронной базе построения исследовательских и измерительных систем, применяющихся физиками - экспериментаторами, работающими в области ядерной физики и физики элементарных частиц.

*Задачи учебной дисциплины:*

- освоение студентами наиболее общих методов построения встроенных управляющих систем на базе микроконтроллеров и их применение для исследования излучений радиоактивных источников и частиц высокой энергии.

- выработать физический подход к процессам в электронных компонентах, цепях и устройствах, понимание принципиальных возможностей и ограничений электронных устройств.

**Форма промежуточной аттестации** – экзамен.

## **Б1.В.ДВ.01.02 Ядерная спектроскопия**

Общая трудоемкость дисциплины 4 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

*ПК-6. Способен самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования с оптимизированием методов исследования.*

*- ПК-6.1. Применяет методы исследования вещества на современных спектрометрах и детекторах, в том числе методы альфа-, бета и гамма-спектроскопии для проведения исследований образцов.*

### **Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:**

Дисциплина входит в вариативную часть цикла Б1.В (Часть, формируемая участниками образовательных отношений).

### **Цели и задачи учебной дисциплины**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- формирование у студентов профессиональных научно-исследовательских навыков по использованию метода ядерного магнитного резонанса для установления строения и идентификации соединений; формировании у студентов понимания принципиальных основ, практических возможностей и ограничений физических методов исследования спектроскопии; знакомство с аппаратным оснащением и условиями проведения эксперимента, привития навыков интерпретации и грамотной оценки экспериментальных данных, в том числе публикуемых в научной литературе.

*Задачи учебной дисциплины:*

- изучить теоретические основы методов ИК, КР–спектроскопия, ЯМР, ЭПР, масс-спектрометрии, мессбауэровской спектроскопии и др.; а также устройство и схемы современных приборов для всех выше перечисленных методов;

- научиться выбирать необходимый метод для анализа объектов различной природы;

- приобрести навыки по использованию современного физического оборудования для соответствующего метода.

**Форма промежуточной аттестации** – экзамен.

### **Б1.В.ДВ.01.03 Психолого-педагогическое сопровождение лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Общая трудоемкость дисциплины 4 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

*УК-5. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия*

*- УК-5.3 Обеспечивает создание недискриминационной среды в процессе межкультурного взаимодействия.*

#### **Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:**

Дисциплина относится к вариативной части цикла Б1.В.ДВ. (Дисциплины по выбору).

#### **Цели и задачи учебной дисциплины:**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

обеспечить эффективное взаимодействие всех субъектов инклюзивного образовательного процесса, обеспечить профессиональное становление обучающихся с нарушением здоровья в полном объеме и создать условия для равноправного участия в образовательной среде студенческого коллектива.

*Задачи учебной дисциплины:*

Создание условий, необходимых для получения высшего профессионального образования инвалидами и лицами с ОВЗ, их социализации и адаптации;

повышение уровня доступности образования для инвалидов и лиц с ОВЗ;

возможность формирования индивидуальной образовательной траектории для обучающегося инвалида или обучающегося с ОВЗ;

**Форма промежуточной аттестации** – экзамен.

### **Б1.В.ДВ.02.01 Эксплуатационная безопасность и контроль АЭС**

Общая трудоемкость дисциплины 3 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

*ПК-1. Способен к созданию теоретических и математических моделей, описывающих конденсированное состояние вещества, распространение и взаимодействие излучения с веществом.*

*- ПК-1.5. Знает современные представления в области физики атомного ядра необходимых для описания процессов, протекающих в ядерно-энергетических установках.*

*ПК-2. Готов к созданию новых методов расчета современных физических установок и устройств, разработке методов регистрации ионизирующих излучений, методов оценки количественных характеристик ядерных материалов.*

*- ПК-2.4. Знает методы и средства моделирования физико-технических процессов в физических установках, методы и средства регистрации излучений, характеристики ядерных материалов.*

*ПК-6. Способен самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования с оптимизированием методов исследования.*

*- ПК-6.8. Знает основы радиометрических измерений суммарной активности и методы регистрации радионуклидов, методы радиохимического анализа.*

*ПК-7. Способен оценивать риск и определять меры безопасности для ядерных установок и технологий, составлять и анализировать сценарии*

потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения.

- ПК-7.3. Знает физические основы и принципы управления реактором, требования, предъявляемые к надежности и безопасности работы реактора, конструкции ядерных энергетических реакторов (ЯЭР) ВВЭР, РБМК, БН и перспективных проектов.

- ПК-7.7. Оценивает параметры дискретизации, программировать простые системы автоматизации, соответствующие безопасности эксплуатации ядерных установок.

- ПК-7.8. Владеет методами выбора оптимальной технологии программного управления элементами системы автоматизации, соответствующей безопасности эксплуатации ядерных установок.

#### **Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:**

Дисциплина относится к вариативной части цикла Б1.В.ДВ (Дисциплины по выбору).

#### **Цели и задачи учебной дисциплины**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- объяснить общую цель ядерной безопасности;
- объяснить общую цель радиационной защиты;
- объяснить техническую цель безопасности;
- сформулировать фундаментальные принципы обеспечения безопасности

АЭС;

- объяснить принципы глубокоэшелонированной защиты.

*Задачи учебной дисциплины:*

- формирование умения расчетно-проектной и проектно-конструкторской деятельности в области разработки технической безопасности и оборудования для теплоэнергетических систем АЭС с использованием современных технологий;
- приобрести навыки безопасной эксплуатации основного оборудования к обслуживанию и испытаниям теплоэнергетического оборудования АЭС с учетом влияния на тепловую экономичность;

**Форма промежуточной аттестации** - экзамен.

### **Б1.В.ДВ.02.02 Экспериментальные методы ядерной физики**

Общая трудоемкость дисциплины 3 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

*ПК-6. Способен самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования с оптимизированием методов исследования.*

- ПК-6.5. Знает физические явления, на которых основано определение элементного и изотопного состава вещества, основы исследования структурных характеристик материалов методами масс-спектрометрии, резерфордовского рассеяния, каналирования, мессбауэровской спектроскопии.

- ПК-6.6. Выбирает метод измерений и обработки экспериментальных результатов при планировании эксперимента для проведения исследований излучений различных радиоактивных источников и частиц высокой энергии.

- ПК-6.7. Владеет навыками практического применения спектрометрии: осуществлять градуировку спектрометров энергий гамма-излучений, определять относительную активность источников излучений, проводить идентификацию типа заряженных частиц по удельной ионизации.

**Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:**

Обязательная дисциплина вариативной части цикла Б1.В.ОД (Часть, формируемая участниками образовательных отношений).

### **Цели и задачи учебной дисциплины**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- изучение современных программных средств, используемых для решения физических задач.

*Задачи учебной дисциплины:*

- усвоить фундаментальные понятия дисциплины, быть знакомыми с современным программным обеспечением позволяющим решать физические задачи;

- дать умения создавать структурированные и неструктурированные модели, задавать граничные условия и визуализировать полученные результаты;

- овладеть навыками решения классических и современных задач средствами

**Форма промежуточной аттестации** – экзамен.

## **Б1.В.ДВ.03.01 Кинетика ядерных реакторов**

Общая трудоемкость дисциплины 2 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

*ПК-1. Способен к созданию теоретических и математических моделей, описывающих конденсированное состояние вещества, распространение и взаимодействие излучения с веществом.*

- *ПК-1.3. Составляет математические модели ядерно-физических процессов*

- *ПК-1.4. Осуществляет теоретическое моделирование ядерно-физических систем и процессов.*

*ПК-3. Способен к созданию теоретических и математических моделей, описывающих физику кинетических явлений или процессы в реакторах, ускорителях.*

- *ПК-3.5. Знает физические основы и принципы управления реактором.*

- *ПК-3.6. Обосновывает выбор технических решений и конструкций ЯЭР при переходных режимах работы ЯЭР.*

- *ПК-3.7. Рассчитывает переход активной зоны ЯЭУ на другой уровень мощности; оценивает обогащение топлива для реакции деления, анализирует состояние размножающей системы и проводит оценки основных характеристик ЯЭР при нестационарных процессах в ЯЭР.*

**Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ОПОП):**

Дисциплина относится к вариативной части цикла Б1.В.ДВ (Дисциплины по выбору).

### **Цели и задачи учебной дисциплины**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

-ознакомление студентов с основными моделями ядра, используемыми при описании различных ядерно-физических процессов. Вместе с другими спецкурсами кафедры данный спецкурс преследует цель подготовки специалиста по ядерной физике, владеющего приемами и экспериментальной работы и методами теоретического анализа.

*Задачи учебной дисциплины:*

- научить студентов проводить теоретический анализ ядерно-физических явлений с помощью соответствующих моделей ядра и рассчитывать на их основе конкретные ядерные характеристики.

**Форма промежуточной аттестации** – зачет с оценкой.

### **Б1.В.ДВ.03.02 Ядерные реакции**

Общая трудоемкость дисциплины 2 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

*ПК-4. Способен использовать фундаментальные законы в области физики атомного ядра и частиц, ядерных реакторов, конденсированного состояния вещества, экологии в объеме, достаточном для самостоятельного комбинирования и синтеза реальных идей.*

*- ПК-4.5. Имеет представление о современных подходах к описанию ядерных реакций; фундаментальные законы теории ядерных реакций.*

*- ПК-4.6. Выполняет теоретические расчеты при решении научных и исследовательских задач с использованием современных методов теории ядерных реакций.*

#### **Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:**

Дисциплина вариативной части цикла Б1.В (Часть, формируемая участниками образовательных отношений).

#### **Цели и задачи учебной дисциплины**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

*- ознакомление студентов с основными подходами, используемыми при описании различных типов ядерных реакций.*

*Задачи учебной дисциплины:*

*- изучение основных особенностей математических моделей, используемых для описания ядерных реакций: оптическая модель, испарительная модель, многочастичная теория ядерных реакций, многоступенчатые прямые статистические реакции, теория открытых Ферми-систем;*

*- приобретение умений эффективно применять вышеуказанные знания для решения фундаментальных и прикладных задач ядерной физики; использовать математический формализм теории ядерных реакций; владеть техникой расчета свойств атомных ядер в рамках основных моделей ядра.*

**Форма(ы) промежуточной аттестации** - зачет с оценкой.

### **Б1.В.ДВ.04.01 Физический практикум по резонансным методам исследования**

Общая трудоемкость дисциплины 3 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

*ПК-2. Готов к созданию новых методов расчета современных физических установок и устройств, разработке методов регистрации ионизирующих излучений, методов оценки количественных характеристик ядерных материалов.*

*- ПК-2.3. Знает физико-химические характеристики материалов, измеряемые с помощью мессбауэровской спектроскопии.*

*- ПК-2.5. Применяет знания о методах и средствах спектрометров, уметь получать характеристики аппаратурного спектра заряженных частиц.*

*- ПК-2.6. Формулирует задачи и цели исследований, модифицирует методы измерений под поставленные задачи.*

*ПК-6. Способен самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования с оптимизированием методов исследования.*

*- ПК-6.2. Знает методы и методики спектроскопии и излучений.*

- ПК-6.3. *Анализирует данные, получаемые при использовании различных методик измерений в мессбауэровской спектроскопии, а также данные, получаемые в различных магниторезонансных спектрометрах с точки зрения структуры исследуемых образцов.*

- ПК-6.4. *Владеет методами измерений характеристик материалов с помощью мессбауэровской спектроскопии, владеет методами изучения физико-химических характеристик материалов с помощью магниторезонансных спектрометров.*

#### **Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:**

Дисциплина вариативной части цикла Б1.В.ДВ (Дисциплина по выбору).

#### **Цели и задачи учебной дисциплины**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- изучение основных свойств атомных ядер, описанию видов ядерных превращений, технике исследования реакций и распадов, методикам определения основных ядерных характеристик и знакомству с ядерными моделями. Он опирается на ряд классических курсов ядерной физики, ядерных реакций, приборов и методов ядерной физики.

*Задачи учебной дисциплины:*

- определение различных ядерных характеристик при исследовании радиоактивного распада и ядерных реакций, и мю-мезонов и взаимодействия ядер с быстрыми нейтронами и жесткими фотонами;

- изучение современных методик ядерной спектроскопии; техники исследования реакций и распадов; представлений о градуировке и проверках различных типов спектрометров;

- приобретение умений планирования схему эксперимента; интерпретировать полученные экспериментальные данные; определять основные ядерные характеристики;

**Форма промежуточной аттестации** - зачет.

### **Б1.В.ДВ.04.02 Физический практикум по ядерной электронике и дозиметрии**

Общая трудоемкость дисциплины 3 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

*ПК-5. Способен осуществлять контроль, организацию и планирование безопасной эксплуатации тепло- и электрооборудования, трубопроводов, парогенераторов АЭС, а также основных фондов реакторного отделения АЭС.*

- ПК-5.7. *Использует общие методы построения систем измерений и обработки экспериментальных результатов, и применять их для исследования излучений радиоактивных источников и частиц высокой энергии.*

- ПК-5.8. *Владеет практическими навыками выбора схемотехнических решений и расчета параметров и режимов работы элементов схемы для решения конкретных задач.*

*ПК-6. Способен самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования с оптимизированием методов исследования.*

- ПК-6.1. *Применяет методы исследования вещества на современных спектрометрах и детекторах, в том числе методы альфа-, бета и гамма-спектроскопии для проведения исследований образцов.*

*ПК-8. Способен обеспечивать радиационный контроль и экологически безопасную эксплуатацию ядерных энергетических установок с применением*

*технических средств радиационного контроля ЯЭУ и АЭС и вести индивидуальный дозиметрический контроль персонала.*

*- ПК-8.1. Знает современные методы дозиметрии*

*- ПК-8.2. Владеет методикой расчета доз, методом градуировок и проверок различных типов радиометров для контроля за различными типами радиоактивных источников.*

*- ПК-8.5. Владеет методами дозиметрии внешнего облучения.*

#### **Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:**

Дисциплина входит в вариативную часть цикла Б1.В (Часть, формируемая участниками образовательных отношений).

#### **Цели и задачи учебной дисциплины**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

*- дать студентам представление о современной электронной базе построения исследовательских и измерительных систем, применяющихся физиками - экспериментаторами, работающими в области ядерной физики и физики элементарных частиц.*

*Задачи учебной дисциплины:*

*- освоение студентами наиболее общих методов построения встроенных управляющих систем на базе микроконтроллеров и их применение для исследования излучений радиоактивных источников и частиц высокой энергии.*

*- выработать физический подход к процессам в электронных компонентах, цепях и устройствах, понимание принципиальных возможностей и ограничений электронных устройств.*

**Форма промежуточной аттестации – зачет.**

### **Б1.В.ДВ.04.03 Основы конструктивного взаимодействия лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательном процессе**

Общая трудоемкость дисциплины - 3 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

*УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни.*

*- УК-6.1. Оценивает свои личностные ресурсы, оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания.*

#### **Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:**

Обязательная дисциплина вариативной части цикла Б1.В.ДВ (Дисциплины по выбору).

#### **Цели и задачи учебной дисциплины**

Развитие познавательной способности, активности, творческой самостоятельности обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, интерактивное вовлечение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов в групповой процесс образовательный процесс.

**Форма промежуточной аттестации – зачет.**

### **ФТД.01 Теория систем многих частиц**

Общая трудоемкость дисциплины 2 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

*ПК-1. Способен к созданию теоретических и математических моделей, описывающих конденсированное состояние вещества, распространение и взаимодействие излучения с веществом.*

*- ПК-1.5. Знает современные представления в области физики атомного ядра необходимых для описания процессов, протекающих в ядерно-энергетических установках.*

*- ПК-1.6. Применяет знания теории атомного ядра на практике для решения фундаментальных и прикладных научных задач в области современной ядерной физики.*

**Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:**

Факультативная дисциплина. Требования к входным знаниям: Курс общей физики: механика, молекулярная физика и статистическая термодинамика, электричество и магнетизм, волны и оптика. Математика: математический анализ.

**Цели и задачи учебной дисциплины**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- формирование творческого мышления, объединение фундаментальных знаний основных законов и методов проведения исследований многочастичных систем;

*Задачи учебной дисциплины:*

– ознакомиться с общими свойствами многочастичных систем;  
– научиться использовать методы квантовой теории поля, используемые для описания систем Бозе-частиц и Ферми-частиц;

– овладеть представлением о новейшем развитии Теории Ферми-жидкости и ее применений для физики ферромагнетиков, сегнетоэлектриков и металлов.

**Форма промежуточной аттестации** - зачет.

**ФТД.02 Фундаментальные взаимодействия**

Общая трудоемкость дисциплины 2 з.е.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

*ПК-1. Способен к созданию теоретических и математических моделей, описывающих конденсированное состояние вещества, распространение и взаимодействие излучения с веществом.*

*- ПК-1.5. Знает современные представления в области физики атомного ядра необходимых для описания процессов, протекающих в ядерно-энергетических установках.*

*- ПК-1.6. Применяет знания теории атомного ядра на практике для решения фундаментальных и прикладных научных задач в области современной ядерной физики.*

**Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:**

Факультативная дисциплина.

**Цели и задачи учебной дисциплины**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- приобретение знаний о свойствах четырех фундаментальных взаимодействий природы, их проявления как на уровне микромира (элементарных частиц), так и в космологических масштабах (эволюция Вселенной, формирование ее структуры); научиться использовать методы, разработанные в области физики фундаментальных взаимодействий в научной деятельности; овладеть методами, разработанными в области физики фундаментальных взаимодействий

*Задачи учебной дисциплины:*

- знать систематизацию элементарных частиц, виды фундаментальных взаимодействий; свойства четырех фундаментальных взаимодействий природы, их

проявления как на уровне микромира (элементарных частиц), так и в космологических масштабах (эволюция Вселенной, формирование ее структуры);

- уметь обобщать результаты научных исследований в области физики элементарных частиц и Космологии, использовать методы, разработанные в области физики фундаментальных взаимодействий в научной деятельности;

**Форма промежуточной аттестации** - зачет.

## Аннотация программы учебной и производственной практик

### Б2.В.01(У) Учебная практика ознакомительная

Общая трудоемкость практики 3 з.е.

Практика направлена на формирование следующих компетенций с указанием кодов индикаторов их достижения

*ПК-1. Способен использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области (ПК-1.7, ПК-1.8, ПК-1.9).*

**Место практики в структуре ОПОП:** вариативная часть блока Б2

*Целями учебной практики являются* закрепление и углубление теоретических знаний, полученных в ходе учебного процесса.

*Задачами учебной/производственной практики:*

- комплексное формирование универсальных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС.

**Тип практики (ее наименование):** Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, научно-исследовательская.

**Способ проведения практики:** стационарная

**Форма проведения практики:** непрерывная.

Разделы (этапы) практики: подготовительный этап, включающий постановку задачи руководителем практики, исследовательский этап, обработка и анализ полученной информации, заключительный этап - подготовка отчета по практике.

### Б2.В.02(Н) Производственная практика, научно-исследовательская работа

Общая трудоемкость практики 9 з.е.

Практика направлена на формирование следующих компетенций с указанием кодов индикаторов их достижения:

*ПК-1. Способен к созданию теоретических и математических моделей, описывающих конденсированное состояние вещества, распространение и взаимодействие излучения с веществом (ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-1.5; ПК-1.6; ПК-1.8; ПК-1.9);*

*ПК-2. Готов к созданию новых методов расчета современных физических установок и устройств, разработке методов регистрации ионизирующих излучений, методов оценки количественных характеристик ядерных материалов (ПК-2.2; ПК-2.5; ПК-2.6);*

*ПК-4. Способен использовать фундаментальные законы в области физики атомного ядра и частиц, ядерных реакторов, конденсированного состояния вещества, экологии в объеме, достаточном для самостоятельного комбинирования и синтеза реальных идей (ПК-4.2; ПК-4.4; ПК-4.6; ПК-4.8);*

*ПК-5. Способен осуществлять контроль, организацию и планирование безопасной эксплуатации тепло- и электрооборудования, трубопроводов, парогенераторов АЭС, а также основных фондов реакторного отделения АЭС (ПК-5.8);*

*ПК-6. Способен самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования с оптимизированием методов исследования. (ПК-6.1; ПК-6.2, ПК-6.3; ПК-6.4; ПКВ-6.6; ПКВ-6.7);*

*ПК-7. Способен оценивать риск и определять меры безопасности для ядерных установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения (ПК-7.2; ПК-7.3; ПК-7.5; ПК-7.6; ПК-7.7; ПК-7.8).*

**Место практики в структуре ОПОП:** вариативная часть блока Б2

*Целями производственной практики*

- закрепление и углубление теоретической подготовки обучающегося, приобретение им практических навыков и компетенций по выполнению научных исследований, а также опыта самостоятельной профессиональной деятельности.

*Задачами производственной практики являются:*

- анализ поставленной задачи исследований в области ядерной физики и технологий на основе подбора и изучения литературных и патентных источников;

- проведение теоретического и экспериментального исследования различных объектов, а также новых явлений, материалов, систем и спектрометрических устройств по выбранной методике с выбором технических средств и обработкой результатов, а также построение математических моделей для анализа свойств объектов исследования, выбор численных методов их моделирования, включая разработку алгоритма решения задачи и выполнения математического моделирования, исследуемых процессов согласно заданиям руководителя НИР;

- составление описаний проводимых исследований и разрабатываемых проектов, подготовка данных для составления обзоров, отчетов и другой документации, подготовка и написание отчета о выполнении НИР.

**Тип практики (ее наименование):** Производственная практика, научно-исследовательская работа

**Способ проведения практики:** стационарная и выездная.

**Форма проведения практики:** непрерывная

**Разделы (этапы) практики:**

Подготовительный этап и организационные мероприятия - Изучение патентных и литературных источников, в том числе на иностранном языке, по разрабатываемой теме, проведение инструктажа по технике безопасности при работе в лабораториях и подразделениях организаций, проводящих практику, по порядку прохождения практики.

Аналитический - Обработка и анализ полученной информации. Анализ научно-технических проблем и перспектив развития отечественной и зарубежной ядерной физики; систематизация и обобщение научно-технической информации по теме исследований.

Ознакомительный - Экскурсии по научно-производственным и научно-образовательным подразделениям и лабораториям ВГУ или организаций-баз практики

Экспериментально-исследовательский - Теоретическое или экспериментальное исследование в рамках поставленных задач. Освоение методов и методик проведения экспериментов по тематике исследований.

Заключительный - Подготовка и написание отчета о выполнении НИР.

### **Б2.В.03(П) Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика)**

Общая трудоемкость практики 6 з.е.

Практика направлена на формирование следующих компетенций с указанием кодов индикаторов их достижения:

*ПК-3. Способен к созданию теоретических и математических моделей, описывающих физику кинетических явлений или процессы в реакторах, ускорителях (ПК-3.1 - ПК-3.7);*

*ПК-5. Способен осуществлять контроль, организацию и планирование безопасной эксплуатации тепло- и электрооборудования, трубопроводов, парогенераторов АЭС, а также основных фондов реакторного отделения АЭС (ПК-5.1 - ПК-5.7);*

*ПК-8. Способен обеспечивать радиационный контроль и экологически безопасную эксплуатацию ядерных энергетических установок с применением технических средств радиационного контроля ЯЭУ и АЭС и вести индивидуальный дозиметрический контроль персонала (ПК-8.1; ПК-8.2; ПК-8.3; ПК-8.5; ПК-8.6)*

**Место практики в структуре ОПОП:** вариативная часть блока Б2

*Целями учебной/производственной практики:*

- закрепление и углубление теоретических знаний, полученных в ходе учебного процесса, а также приобретение практического навыка для их применения.

- изучение опыта работы предприятий, учреждений, организаций, овладение производственными навыками и передовыми методами по специальности, приобретение практического опыта и навыков научной и производственной работы.

*Задачами учебной/производственной практики*

- овладение методами решения прикладных задач ядерной физики, освоение методов измерения характеристик излучений и методик статистического анализа данных экспериментов.

**Тип практики (ее наименование):** Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика)

**Способ проведения практики:** стационарная и выездная.

**Форма проведения практики:** непрерывная

Разделы (этапы) практики:

Техника безопасности - Изучение документации, инструктаж по технике безопасности, общее знакомство с местом практики

Радиационная безопасность - Изучение документации. Регламент работ. Освоение приборов методик оформления документации технологической безопасности.

Ядерная безопасность - Изучение документации, регламент работ. Освоение методик. Работа на технологических тренажерах.

Управление, эксплуатация систем ядерных силовых установок, технологическая практика- Изучение документации. Освоение технологических методик. Работа на технологических тренажерах. Освоение радиометрических, теплофизических, ускорительных технологий.

Заключительный этап- Подготовка отчета по практике

## **Б2.В.04(Пд) Производственная практика, преддипломная**

Общая трудоемкость практики 6 з.е.

Практика направлена на формирование следующих компетенций с указанием кодов индикаторов их достижения:

*ПК-1. Способен к созданию теоретических и математических моделей, описывающих конденсированное состояние вещества, распространение и взаимодействие излучения с веществом (ПК-1.7; ПК-1.8; ПК-1.9);*

*ПК-2. Готов к созданию новых методов расчета современных физических установок и устройств, разработке методов регистрации ионизирующих излучений, методов оценки количественных характеристик ядерных материалов (ПК-2.1; ПК-2.2);*

*ПК-3. Способен к созданию теоретических и математических моделей, описывающих физику кинетических явлений или процессы в реакторах, ускорителях (ПК-3.1; ПК-3.6; ПК-3.7);*

*ПК-4. Способен использовать фундаментальные законы в области физики атомного ядра и частиц, ядерных реакторов, конденсированного состояния вещества, экологии в объеме, достаточном для самостоятельного комбинирования и синтеза реальных идей (ПК-4.5; ПК-4.6; ПК-4.7; ПК-4.8);*

*ПК-6. Способен самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования с оптимизированием методов исследования. (ПК-6.4);*

**Место практики в структуре ОПОП:** вариативная часть блока Б2

*Целями производственной преддипломной практики является подготовка и выполнение выпускной квалификационной работы.*

- с помощью освоенных в ходе производственной преддипломной практики оборудования, приборов, установок обучающийся должен получить объем экспериментальных и теоретических данных и завершить овладение методиками и средствами теоретического анализа, включая моделирование на основе современных компьютерных технологий, необходимых для выполнения выпускной квалификационной работы, приобретает навыки самостоятельного исследования явлений и процессов. При прохождении практики на предприятии атомной энергетики, профильных научно-исследовательских предприятий студент осваивает технологические процессы подразделений предприятия, приобретает умения в области выполнения производственно-технологических операций. При прохождении практики в Университете студент осваивает технологические процессы и методики экспериментальных исследований подразделений ВГУ.

*Задачами преддипломной практики, которые отражаются в индивидуальном плане, являются:*

- освоение конкретного технологического процесса предприятия ядерной энергетики или подразделения ВГУ;

- углубленное освоение процессов проведения экспериментальных и теоретических исследований рассматриваемых явлений и процессов;

- приобретение умений самостоятельной обработки, анализа данных и наглядного представления информации.

- подготовка промежуточных и итоговых отчетов о проделанной работе;

- сбор информации для ВКР.

**Тип практики (ее наименование):** Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, научно-исследовательская

**Способ проведения практики:** стационарная и выездная.

**Форма проведения практики:** непрерывная

Разделы (этапы) практики:

Организационный этап - Изучение документации, инструктаж

Ознакомительный этап - Ознакомление с конкретными технологическими процессами, научно-исследовательскими задачами организации. Анализ периодических изданий по задачам ВКР.

Практический этап - Изучение и освоение конкретных технологических процессов, освоение методик исследований. Освоение средств моделирования явлений и процессов по теме ВКР. Проведение работ в рамках осваиваемых технологических процессов, самостоятельное проведение исследований по теме ВКР. Обработка и анализ полученных данных.

Отчетный этап - Подготовка отчета по преддипломной практике

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### основной профессиональной образовательной программы высшего образования

14.04.02 Ядерные физика и технологии

Специализация: Физика атомного ядра и частиц

В результате освоения программы у выпускника должны быть сформированы следующие компетенции:

– универсальные компетенции:

Категория компетенций	Код	Формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения соответствующих дисциплин (модулей), практик
Системное и критическое мышление	УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.1. Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации.	<p>Знать: сущность и основные методы явлений, базовые положения системного подхода, сущность проблемных ситуации</p> <p>Уметь: анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие; осуществлять поиск информации для решения задачи по различным типам запросов; при обработке информации отличать факты от мнений, интерпретаций, формировать оценок, собственные мнения и суждения, аргументировать и предлагать возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.</p> <p>Владеть навыками: интерпретации и ранжирования информации, требуемой для решения поставленной задачи; выбора варианта</p>

				<p>решения поставленной задачи на основе оценки его достоинств и недостатков.</p>
			<p>УК-1.2. Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников.</p>	<p>Знать: сущность и основные методы явлений, базовые положения системного подхода, сущность проблемных ситуации</p> <p>Уметь: анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие; осуществлять поиск информации для решения задачи по различным типам запросов; при обработке информации отличать факты от мнений, интерпретаций, формировать оценок, собственные мнения и суждения, аргументировать и предлагать возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.</p> <p>Владеть навыками: интерпретации и ранжирования информации, требуемой для решения поставленной задачи; выбора варианта решения поставленной задачи на основе оценки его достоинств и недостатков.</p>
			<p>УК-1.3. Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая достоинства и недостатки.</p>	<p>Знать: сущность и основные методы явлений, базовые положения системного подхода, сущность проблемных ситуации</p> <p>Уметь: анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие; осуществлять поиск информации для</p>

				<p>решения задачи по различным типам запросов; при обработке информации отличать факты от мнений, интерпретаций, формировать оценок, собственные мнения и суждения, аргументировать и предлагать возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.</p> <p>Владеть навыками: интерпретации и ранжирования информации, требуемой для решения поставленной задачи; выбора варианта решения поставленной задачи на основе оценки его достоинств и недостатков.</p>
Разработка и реализация проектов	УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	<p>УК-2.1. Формулирует конкретную, специфичную, измеримую во времени и пространстве цель, а также определяет дорожную карту движения к цели, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений</p>	<p>Знать: сущность и содержание понятий система, структура, проект, проектное управление, структуры и процессы проектного управления, принципы проектного мышления.</p> <p>Уметь: анализировать социально-значимые проблемы и процессы, существенные для проекта; формулировать на основе анализа проблемной ситуации проектную задачу и способ её решения;</p> <p>Владеть навыками: проводить сравнительный анализ альтернативных вариантов</p>
			<p>УК-2.2. Составляет иерархическую</p>	<p>Знать: сущность и содержание понятий система, структура,</p>

		<p>структуру работ, распределяет по задачам финансовые и трудовые ресурсы, использует актуальное ПО</p>	<p>проект, проектное управление, структуры и процессы проектного управления, принципы проектного мышления.</p> <p>Уметь: анализировать социально-значимые проблемы и процессы, существенные для проекта; формулировать на основе анализа проблемной ситуации проектную задачу и способ её решения;</p> <p>Владеть навыками: проводить сравнительный анализ альтернативных вариантов</p>
		<p>УК-2.3. Проектирует смету и бюджет проекта, оценивает эффективность результатов проекта</p>	<p>Знать: сущность и содержание понятий система, структура, проект, проектное управление, структуры и процессы проектного управления, принципы проектного мышления.</p> <p>Уметь: анализировать социально-значимые проблемы и процессы, существенные для проекта; выявлять потребности в ресурсах и разрабатывает меры по обеспечению ресурсоэффективности в рамках данного предприятия</p> <p>Владеть навыками: проводить сравнительный анализ альтернативных вариантов</p>
		<p>УК-2.4. Составляет матрицу ответственности и матрицу коммуникаций проекта</p>	<p>Знать: технологии, программное обеспечение организации проектной деятельности; организацию работы пользователей внедренной</p>

				<p>информационной системы;</p> <p>Уметь: формировать перечни работ по проекту; определять и согласовывать критерии успешности реализации проекта; осуществлять планирование проекта (по элементам и функциям)</p> <p>Владеть навыками: навыками формирования иерархической структуры работ, матрицы ответственности, матрицы коммуникаций; навыками составления сетевых графиков, диаграммы Ганта и расписания проектов; навыками презентации проекта.</p>
			<p>УК-2.5. Использует гибкие технологии для реализации задач с изменяющимися во времени параметрами.</p>	<p>Знать: технологии, программное обеспечение организации проектной деятельности; организацию работы пользователей внедренной информационной системы;</p> <p>Уметь: формировать перечни работ по проекту; определять и согласовывать критерии успешности реализации проекта; осуществлять планирование проекта (по элементам и функциям)</p> <p>Владеть навыками: навыками формирования иерархической структуры работ, матрицы ответственности, матрицы коммуникаций;</p>

				<p>навыками составления сетевых графиков, диаграммы Ганта и расписания проектов; навыками презентации проекта.</p>
<p>Командная работа и лидерство</p>	<p>УК-3</p>	<p>Способен организовывать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели</p>	<p>УК-3.1. Вырабатывает конструктивные стратегии и на их основе формирует команду, распределяет в ней роли для достижения поставленной цели</p>	<p>Знать: основные права человека в образовательной, профессиональной, научно-исследовательской деятельности с целью чёткого понимания путей саморазвития и самореализации и повышения собственной мотивации к выполнению профессиональной деятельности, соблюдения норм профессиональной этики, дидактические особенности проведения просветительской деятельности среди сотрудников, с целью повышения их психологической культуры</p> <p>Уметь: поддерживать диалог участников проекта по научно-практической проблеме с целью эффективного использования собственного творческого потенциала и трансляции социальной значимости своей профессии в общество</p> <p>Владеть навыками: повышения собственной мотивации к выполнению профессиональной деятельности в области обеспечения информационной безопасности и защиты интересов личности,</p>

				общества и государства, соблюдения норм профессиональной этики
			УК-3.2. Планирует и корректирует работу команды с учетом интересов, особенностей поведения и мнений ее членов, распределяет поручения и делегирует полномочия членам команды для достижения поставленной цели	<p>Знать: основные права человека в образовательной, профессиональной, научно-исследовательской деятельности с целью чёткого понимания путей саморазвития и самореализации и повышения собственной мотивации к выполнению профессиональной деятельности, соблюдения норм профессиональной этики, дидактические особенности проведения просветительской деятельности среди сотрудников, с целью повышения их психологической культуры</p> <p>Уметь: поддерживать диалог участников проекта по научно-практической проблеме с целью эффективного использования собственного творческого потенциала и трансляции социальной значимости своей профессии в общество</p> <p>Владеть навыками: повышения собственной мотивации к выполнению профессиональной деятельности в области обеспечения информационной безопасности и защиты интересов личности, общества и</p>

				государства, соблюдения норм профессиональной этики
			УК-3.3. Разрешает конфликты и противоречия при деловом общении в команде на основе учета интересов всех сторон	<p>Знать: основные права человека в образовательной, профессиональной, научно-исследовательской деятельности с целью чёткого понимания путей саморазвития и самореализации и повышения собственной мотивации к выполнению профессиональной деятельности, соблюдения норм профессиональной этики, дидактические особенности проведения просветительской деятельности среди сотрудников, с целью повышения их психологической культуры</p> <p>Уметь: поддерживать диалог участников проекта по научно-практической проблеме с целью эффективного использования собственного творческого потенциала и трансляции социальной значимости своей профессии в общество</p> <p>Владеть навыками: повышения собственной мотивации к выполнению профессиональной деятельности в области обеспечения информационной безопасности и защиты интересов личности, общества и государства,</p>

				соблюдения норм профессиональной этики
			<p>УК-3.4. Организует и руководит дискуссиями по заданной теме и обсуждением результатов работы команды с привлечением последователей и оппонентов разработанным идеям</p>	<p>Знать: основные права человека в образовательной, профессиональной, научно-исследовательской деятельности с целью чёткого понимания путей саморазвития и самореализации и повышения собственной мотивации к выполнению профессиональной деятельности, соблюдения норм профессиональной этики, дидактические особенности проведения просветительской деятельности среди сотрудников, с целью повышения их психологической культуры</p> <p>Уметь: поддерживать диалог участников проекта по научно-практической проблеме с целью эффективного использования собственного творческого потенциала и трансляции социальной значимости своей профессии в общество</p> <p>Владеть навыками: повышения собственной мотивации к выполнению профессиональной деятельности в области обеспечения информационной безопасности и защиты интересов личности, общества и государства, соблюдения норм</p>

				<p>профессиональной этики</p>
			<p>УК-3.5. Проявляет лидерские и командные качества, выбирает оптимальный стиль взаимодействия при организации и руководстве работой команды</p>	<p>Знать: основные права человека в образовательной, профессиональной, научно-исследовательской деятельности с целью чёткого понимания путей саморазвития и самореализации и повышения собственной мотивации к выполнению профессиональной деятельности, соблюдения норм профессиональной этики, дидактические особенности проведения просветительской деятельности среди сотрудников, с целью повышения их психологической культуры</p> <p>Уметь: поддерживать диалог участников проекта по научно-практической проблеме с целью эффективного использования собственного творческого потенциала и трансляции социальной значимости своей профессии в общество</p> <p>Владеть навыками: повышения собственной мотивации к выполнению профессиональной деятельности в области обеспечения информационной безопасности и защиты интересов личности, общества и государства, соблюдения норм профессиональной</p>

				этики
Коммуникация	УК-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1. Выбирает на государственном и иностранном языках коммуникативно приемлемые стратегии академического и профессионального общения	<p>Знать: различия в стилях речи (разговорный, нейтральный, официально-деловой).</p> <p>Уметь: оформлять речевое высказывание в соответствии с нормами стиля, определяемыми конкретной ситуацией иноязычного общения</p> <p>Владеть навыками: умениями вербального и невербального иноязычного общения в деловой (академической) сфере.</p>
			УК-4.2. Владеет культурой письменного и устного оформления профессионально ориентированного научного текста на государственном языке РФ	<p>Знать: различия в стилях речи (разговорный, нейтральный, официально-деловой).</p> <p>Уметь: оформлять речевое высказывание в соответствии с нормами стиля, определяемыми конкретной ситуацией иноязычного общения</p> <p>Владеть навыками: умениями вербального и невербального иноязычного общения в деловой (академической) сфере.</p>
			УК-4.3. Умеет вести устные деловые переговоры в процессе профессионального взаимодействия на государственном языке РФ	<p>Знать: особенности устной и письменной иноязычной речи</p> <p>Уметь: оформлять речевое высказывание в соответствии с фонетическими, лексико-грамматическими и др. языковыми нормами.</p> <p>Владеть навыками: умениями осуществлять информационный поиск</p>

				и использовать его результаты для решения конкретной коммуникативной задачи, строить монологические высказывания разных типов, поддерживать диалогическое взаимодействие
			УК-4.4. Аргументировано и конструктивно отстаивает свои позиции и идеи в академических и профессиональных дискуссиях на государственном языке РФ	<p>Знать: особенности устной и письменной иноязычной речи</p> <p>Уметь: оформлять речевое высказывание в соответствии с фонетическими, лексико-грамматическими и др. языковыми нормами.</p> <p>Владеть навыками: умениями осуществлять информационный поиск и использовать его результаты для решения конкретной коммуникативной задачи, строить монологические высказывания разных типов, поддерживать диалогическое взаимодействие</p>
			УК-4.5. Владеет интегративными коммуникативными умениями в устной и письменной иноязычной речи в ситуациях академического и профессионального общения	<p>Знать: особенности устной и письменной иноязычной речи</p> <p>Уметь: оформлять речевое высказывание в соответствии с фонетическими, лексико-грамматическими и др. языковыми нормами.</p> <p>Владеть навыками: умениями осуществлять информационный поиск и использовать его результаты для решения конкретной коммуникативной задачи, строить монологические</p>

				высказывания разных типов, поддерживать диалогическое взаимодействие
Межкультурное взаимодействие	УК-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	УК-5.1. Анализирует историко-культурные традиции различных социальных групп, опираясь на знание этапов исторического развития России (включая основные события, основных исторических деятелей) в контексте мировой истории и ряда культурных традиций мира (в зависимости от среды и задач образования)	<p>Знать: базовые основы исторической науки, закономерности исторического развития мировой цивилизации, место человека в историческом процессе, факторы и механизмы исторических измерений.</p> <p>Уметь: интерпретировать историю России в контексте мирового исторического развития; анализировать важнейшие идеологические и ценностные системы, сформировавшиеся в ходе исторического развития.</p> <p>Владеть навыками: обосновывать актуальность их использования при социальном и профессиональном взаимодействии.</p>
			УК-5.2. Выделяет специфические черты и маркеры разных культур, религий, с последующим использованием полученных знаний в профессиональной деятельности и межкультурной коммуникации	<p>Знать: базовые и профессионально-профилированные основы исторической науки, закономерности исторического развития мировой цивилизации, место человека в историческом процессе, факторы и механизмы исторических измерений.</p> <p>Уметь: использовать полученные знания для решения практических задач.</p> <p>Владеть навыками: навыками межличностной и</p>

				<p>межкультурной коммуникации, основанной на уважении к историческому наследию и культурным традициям.</p>
<p>Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)</p>	<p>УК-6</p>	<p>Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни</p>	<p>УК-6.1. Оценивает свои личностные ресурсы, оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания</p>	<p>Знать: основы развития и саморазвития личности; методические процедуры тестирования; критерии подбора психодиагностических методов и методик для определения самооценки, выбора адекватных технологий самоорганизации и саморазвития;</p> <p>Уметь: понимать, анализировать, объяснять и интерпретировать механизмы развития и саморазвития личности; выявлять особенности личности, ее черт, познавательной сферы, самосознания;</p> <p>Владеть навыками: применения знаний теорий и концепций для научного объяснения принципов развития и саморазвития личности; использования методов, методик и технологий для определения временной перспективы, самооценки личностного потенциала и его коррекции; целеполагания на основе определения приоритетов профессиональной</p>

				<p>деятельности, самоорганизации и саморазвития, корректировки планов с учетом имеющихся ресурсов</p>
			<p>УК-6.2. Самостоятельно выявляет мотивы и стимулы для саморазвития, определяет реалистичные цели и приоритеты профессионального роста, способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям</p>	<p>Знать: основы развития и саморазвития личности; методические процедуры тестирования; критерии подбора психодиагностических методов и методик для определения самооценки, выбора адекватных технологий самоорганизации и саморазвития;</p> <p>Уметь: понимать, анализировать, объяснять и интерпретировать механизмы развития и саморазвития личности; выявлять особенности личности, ее черт, познавательной сферы, самосознания;</p> <p>Владеть навыками: применения знаний теорий и концепций для научного объяснения принципов развития и саморазвития личности; использования методов, методик и технологий для определения временной перспективы, самооценки личностного потенциала и его коррекции; целеполагания на основе определения приоритетов профессиональной деятельности,</p>

				самоорганизации и саморазвития, корректировки планов с учетом имеющихся ресурсов
			<p>УК-6.3. Выстраивает гибкую профессиональную траекторию, используя инструменты непрерывного образования, с учетом задач саморазвития, накопленного опыта профессиональной деятельности и динамично изменяющихся требований рынка труда</p>	<p>Знать: основы развития и саморазвития личности; методические процедуры тестирования; критерии подбора психодиагностических методов и методик для определения самооценки, выбора адекватных технологий самоорганизации и саморазвития;</p> <p>Уметь: понимать, анализировать, объяснять и интерпретировать механизмы развития и саморазвития личности; выявлять особенности личности, ее черт, познавательной сферы, самосознания;</p> <p>Владеть навыками: применения знаний теорий и концепций для научного объяснения принципов развития и саморазвития личности; использования методов, методик и технологий для определения временной перспективы, самооценки личностного потенциала и его коррекции; целеполагания на основе определения приоритетов профессиональной деятельности, самоорганизации и</p>

				саморазвития, корректировки планов с учетом имеющихся ресурсов
			<p>УК-6.4. Реализует приоритеты собственной деятельности, в том числе в условиях неопределенности, корректируя планы и способы их выполнения с учетом имеющихся ресурсов</p>	<p>Знать: основы развития и саморазвития личности; методические процедуры тестирования; критерии подбора психодиагностических методов и методик для определения самооценки, выбора адекватных технологий самоорганизации и саморазвития;</p> <p>Уметь: понимать, анализировать, объяснять и интерпретировать механизмы развития и саморазвития личности; выявлять особенности личности, ее черт, познавательной сферы, самосознания;</p> <p>Владеть навыками: применения знаний теорий и концепций для научного объяснения принципов развития и саморазвития личности; использования методов, методик и технологий для определения временной перспективы, самооценки личностного потенциала и его коррекции; целеполагания на основе определения приоритетов профессиональной деятельности, самоорганизации и саморазвития,</p>

				корректировки планов с учетом имеющихся ресурсов
	УК-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	УК-7.1. Выбирает здоровьесберегающие технологии для поддержания здорового образа жизни с учетом физиологических особенностей организма	<p>Знать: научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни</p> <p>Уметь: творчески использовать средства и методы физического воспитания для поддержания должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности</p> <p>Владеть навыками: средствами и методами укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования, ценностями физической культуры для успешной социальной и профессиональной деятельности</p>
			УК-7.2. Планирует свое рабочее и свободное время для оптимального сочетания физической и умственной нагрузки и обеспечения работоспособности	<p>Знать: научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни</p> <p>Уметь: творчески использовать средства и методы физического воспитания для поддержания должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности</p>

				<p>Владеть навыками: средствами и методами укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования, ценностями физической культуры для успешной социальной и профессиональной деятельности</p>
			<p>УК-7.3. Соблюдает и пропагандирует нормы здорового образа жизни в различных жизненных ситуациях и в профессиональной деятельности</p>	<p>Знать: научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни</p> <p>Уметь: творчески использовать средства и методы физического воспитания для поддержания должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности</p> <p>Владеть навыками: средствами и методами укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования, ценностями физической культуры для успешной социальной и профессиональной деятельности</p>
			<p>УК-7.4. Понимает роль физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности</p>	<p>Знать: научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни</p> <p>Уметь: творчески использовать средства и методы физического воспитания для</p>

				<p>поддержания должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности</p> <p>Владеть навыками: средствами и методами укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования, ценностями физической культуры для успешной социальной и профессиональной деятельности</p>
			<p>УК-7.5. Использует методику самоконтроля для определения уровня здоровья и физической подготовленности в соответствии с нормативными требованиями и условиями будущей профессиональной деятельности</p>	<p>Знать: научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни</p> <p>Уметь: творчески использовать средства и методы физического воспитания для поддержания должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности</p> <p>Владеть навыками: средствами и методами укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования, ценностями физической культуры для успешной социальной и профессиональной деятельности</p>

			<p>УК-7.6. Поддерживает должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности, регулярно занимаясь физическими упражнениями</p>	<p>Знать: научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни</p> <p>Уметь: творчески использовать средства и методы физического воспитания для поддержания должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности</p> <p>Владеть навыками: средствами и методами укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования, ценностями физической культуры для успешной социальной и профессиональной деятельности</p>
Безопасность жизнедеятельности	УК-8	<p>Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов</p>	<p>УК-8.1. Идентифицирует и анализирует опасные и вредные факторы элементов среды обитания и в рамках осуществляемой деятельности; знает основные вопросы безопасности жизнедеятельности и</p>	<p>Знать: основные подходы к определению, изучению и пониманию содержания, роли и значения здоровья и здорового образа жизни, способах обеспечения техносферной, информационной и психологической безопасности личности; государственной системе защиты населения и её правовых рамок</p> <p>Уметь: выявлять важные компоненты обеспечения безопасности жизнедеятельности; формулировать</p>

				<p>требования, предъявляемые к безопасности общества и среды обучения (проживания) в большом городе; верифицировать полученную информацию и обрабатывать ее, комплексно оценивая проблемные ситуации или процессы, соблюдать адекватные нормы и правила безопасности при осуществлении последующей профессиональной деятельности; распознавать и оценивать опасные для жизни и общества ситуации и риски;</p> <p>Владеть навыками: развитие черт личности, необходимых для безопасного поведения, как в чрезвычайных ситуациях, так и повседневной жизни в большом городе; соблюдения здорового образа жизни;</p>
			<p>УК-8.2. Способен осуществлять действия по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций природного, техногенного, социального (биолого-социального) происхождения; грамотно действовать в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени, создавать безопасные</p>	<p>Знать: классификацию ЧС, основные правила безопасного поведения человека в чрезвычайных ситуациях природного, техногенного, социального и биолого-социального характера мирного и военного времени;</p> <p>Уметь: грамотно действовать при различных ЧС и использовать средства индивидуальной и коллективной защиты;</p> <p>Владеть навыками: развитие черт личности,</p>

			<p>условия реализации профессиональной деятельности</p>	<p>необходимых для безопасного поведения, как в чрезвычайных ситуациях, так и повседневной жизни в большом городе;</p>
			<p>УК-8.3. Готов принимать участие в оказании первой и экстренной допсихологической помощи при травмах и неотложных состояниях, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций в мирное и военное время</p>	<p>Знать: универсальный алгоритм оказания первой помощи, основные приемы и правила оказания первой помощи при неотложных состояниях; приемы экстренной допсихологической помощи;</p> <p>Уметь: действовать и использовать средства индивидуальной и коллективной защиты; оценить состояние пораженных и очередность оказания помощи;</p> <p>Владеть навыками: самостоятельно применять меры помощи пострадавшим при неотложных состояниях в экстремальных ситуациях; правильно использовать табельные медицинские средства индивидуальной защиты; способностью участвовать в спасательных мероприятиях в случае возникновения чрезвычайных ситуаций;</p>
			<p>УК-8.4. Способен обеспечить безопасные и/или комфортные условия труда на рабочем месте, в том числе с помощью средств защиты; выявить и устранить проблемы,</p>	<p>Знать: правила по охране труда, основы трудового законодательства РФ; основные подходы к определению, изучению и пониманию содержания, роли и значения безопасного поведения человека;</p>

			связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте	<p>Уметь: создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности; соблюдать адекватные нормы и правила безопасности при осуществлении последующей профессиональной деятельности; использовать средства индивидуальной и коллективной защиты;</p> <p>Владеть навыками: создания и поддержки безопасных условий жизнедеятельности: основными правилами и методами обеспечения техники безопасности.</p>
Экономическая культура, в том числе финансовая грамотность	УК-9	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	УК-9.1. Понимает базовые принципы функционирования экономики	<p>Знать: базовые экономические понятия: экономические ресурсы, товары и услуги, спрос, предложение, доходы, расходы, цена, деньги, прибыль, процент, риск, собственность, рынок, фирма, домохозяйство, государство, налоги, трансферы, инфляция, валовой внутренний продукт, экономический рост, сбережения, инвестиции и др.)</p> <p>Уметь: воспринимать и анализировать информацию, необходимую для принятия обоснованных решений в сфере личных финансов.</p> <p>Владеть навыками: оценки влияния внешних и внутренних факторов на экономическую и финансовую систему</p>

			<p>УК-9.2. Понимает основные виды государственной социально-экономической политики и их влияние на индивида</p>	<p>Знать: цели, задачи, инструменты и эффекты экономической политики государства, понятие и факторы экономического роста; базовые принципы и инструменты бюджетной, налоговой, денежно-кредитной, антимонопольной, конкурентной, социальной, пенсионной политики государства, осознает ее влияние на индивида (права, обязанности, риски, влияние на доходы и расходы);</p> <p>Уметь: пользоваться налоговыми и социальными льготами, формировать личные пенсионные накопления.</p> <p>Владеть навыками: принятия экономических и финансовых решений с учетом требований государственной социально-экономической политики</p>
			<p>УК-9.3. Использует финансовые инструменты для управления личными финансами (личным бюджетом).</p>	<p>Знать: основные инструменты управления личными финансами (банковский вклад, кредит (заём), ценные бумаги, инвестиционные фонды, драгоценности, недвижимость, валюта), способы определения их доходности, надежности, ликвидности, влияние на доходы и расходы</p>

			<p>индивида;</p> <p>Уметь: пользоваться основными расчётными инструментами (наличные, безналичные, электронные денежные средства), предотвращать возможное мошенничество;</p> <p>Владеть навыками: финансовыми инструментами для управления личными финансами (личным бюджетом)</p>
		<p>УК-9.4. Применяет методы личного экономического и финансового планирования для достижения поставленных целей.</p>	<p>Знать: основные виды личных доходов (оплата труда, доходы от предпринимательской деятельности, от собственности, владения финансовыми инструментами, заимствования, наследство и др.), механизмы их получения и увеличения; основные виды расходов, механизмы их снижения, способы формирования сбережений</p> <p>Уметь: решать типичные задачи в сфере личного экономического и финансового планирования, возникающие на всех этапах жизненного цикла индивида (выбрать товар или услугу с учетом реальных финансовых возможностей, найти работу и согласовать с работодателем)</p>

			<p>условия контракта, рассчитать процентные ставки, определить целесообразность взятия кредита, определить способ хранения или инвестирования временно свободных денежных средств, определить целесообразность страхования и др.);</p> <p>Владеть навыками: инструментами личного экономического и финансового планирования для достижения поставленных целей</p>
		<p>УК-9.5. Контролирует собственные экономические и финансовые риски</p>	<p>Знать: понятия риск и неопределенность, осознает неизбежность риска и неопределенности в экономической и финансовой сфере; виды и источники возникновения экономических и финансовых рисков для индивида, способы их оценки и снижения;</p> <p>Уметь: оценивать индивидуальные риски, связанные с экономической деятельностью и использованием инструментов управления личными финансами; анализировать предложения страховых компаний</p> <p>Владеть навыками: инструментарием оценки и контроля собственных</p>

				экономических и финансовых рисков
Гражданская позиция	УК-10	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению	УК-10.1. Проявляет готовность добросовестно выполнять профессиональные обязанности на основе принципов законности.	<p>Знать: свою роль в социальном взаимодействии и командной работе, исходя из стратегии сотрудничества, а для достижения поставленной цели</p> <p>Уметь: учитывать особенности поведения и интересы других участников; анализировать возможные последствия личных действий в социальном взаимодействии и командной работе, и с учетом этого строить продуктивное взаимодействие в коллективе</p> <p>Владеть навыками: обмена информацией, знаниями и опытом с членами команды; оценивать идеи других членов команды для достижения поставленной цели; соблюдать нормы и установленные правила командной работы; несет личную ответственность за результат</p>
			УК-10.2. Поддерживает высокий уровень личной и правовой культуры, соблюдает антикоррупционные стандарты	Знать: свою роль в социальном взаимодействии и командной работе, исходя из стратегии сотрудничества, а для достижения

			<p>поведения.</p>	<p>поставленной цели</p> <p>Уметь: учитывать особенности поведения и интересы других участников; анализировать возможные последствия личных действий в социальном взаимодействии и командной работе, и с учетом этого строить продуктивное взаимодействие в коллективе</p> <p>Владеть навыками: обмена информацией, знаниями и опытом с членами команды; оценивать идеи других членов команды для достижения поставленной цели; соблюдать нормы и установленные правила командной работы; несет личную ответственность за результат</p>
			<p>УК-10.3. Даёт оценку и пресекает коррупционное поведение, выявляет коррупционные риски</p>	<p>Знать: свою роль в социальном взаимодействии и командной работе, исходя из стратегии сотрудничества, а для достижения поставленной цели</p> <p>Уметь: учитывать особенности поведения и интересы других участников; анализировать возможные последствия</p>

				<p>личных действий в социальном взаимодействии и командной работе, и с учетом этого строить продуктивное взаимодействие в коллективе</p> <p>Владеть навыками: обмена информацией, знаниями и опытом с членами команды; оценивать идеи других членов команды для достижения поставленной цели; соблюдать нормы и установленные правила командной работы; несет личную ответственность за результат</p>
--	--	--	--	---

– общепрофессиональные компетенции:

Категория компетенций	Код	Формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения соответствующих дисциплин (модулей), практик <sup>1</sup>
Проведение исследований	ОПК-1	Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ОПК-1.1. Знает основные понятия и методы математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, теории функции комплексного переменного, теории вероятностей и математической статистики	Знать: методы и алгоритмы, теоретические и практические основы математикой науки, способствующие выявлению совокупности теоретических концепций, адекватных изучаемым явлениям общественного развития, и современных научно-исследовательских и практико-ориентированных методов для решения поставленных

			<p>в исследовании профессиональных задач.</p> <p>Уметь: выявлять совокупность теоретических основ математики, как науки, полностью отвечающих изучаемым явлениям общественного развития, и определять современные исследовательские методы для решения поставленных в исследовании задач, приводя их к построению и исследованию корректных математических моделей.</p> <p>Владеть навыками: алгоритмами, методологиями выявления совокупность теоретических концепций, адекватных изучаемым явлениям общественного развития, и определения современных исследовательских методов для решения разного рода профессиональных задач.</p>
		<p>ОПК-1.2. Знает основные понятия и законы механики жидкости и газа, теплообмена; уравнений неразрывности, движения, сохранения энергии применительно к потокам; основные законы</p>	<p>Знать: основные положения механики и её разделов, таких как: кинематика, динамика частицы и абсолютно твёрдого тела, статика, элементарная теория упругости, основы теории колебаний и волновых процессов, основные положения гидродинамики, основные положения</p>

			<p>технической термодинамики</p>	<p>специальной теории относительности;</p> <p>Уметь: применять законы механики для анализа явлений природы и технических процессов, создавать элементарные модели механических систем и проводить соответствующие оценочные расчёты</p> <p>Владеть навыками: методами построения простых математических моделей механических систем, методами качественного анализа механических систем</p>
			<p>ОПК-1.3. Знает основные понятия и законы химии, экологии</p>	<p>Знать: роль химии в естествознании, ее связь с другими естественными науками, важнейшие химические понятия и основные учения: о строении атомов и молекул; периодическом изменении свойств элементов; химическом процессе (химической термодинамике и химической кинетике)</p> <p>Уметь: использовать знания теоретических ос- нов химии для объяснения свойств веществ и реакций, в которых они участвуют; применять знания в области химии для освоения профессиональных дисциплин и решения профессиональных задач;</p> <p>Владеть навыками: методами безопасного обращения с химическими</p>

				<p>веществами с учетом их физических и химических свойств</p>
			<p>ОПК-1.4. Знает методы математического и физического моделирования режимов, процессов, состояний объектов</p>	<p>Знать: математические методы, необходимые для описания процессов и явлений;</p> <p>Уметь: выбирать алгоритм для решения задачи; определять адекватные конкретной задаче и выбранному алгоритму структуры данных программы;</p> <p>Владеть навыками: математическим аппаратом, необходимым для профессиональной деятельности.</p>
			<p>ОПК-1.5. Оценивает численные значения величин, характерных для различных разделов естествознания</p>	<p>Знать: аппарат теории вероятностей, математической статистики, теории принятия статистических решений;</p> <p>Уметь: применять первичную статистическую обработки выборки, находить точечные и интервальные оценки параметров распределений, использовать критерии проверки статистических гипотез, определять наличие корреляционных связей между случайными величинами и строить функции регрессии</p> <p>Владеть навыками: математическим аппаратом, используемым для описания массовых случайных</p>

			явлений.
		ОПК-1.6. Рассчитывает основные характеристики случайных величин	<p>Знать: аппарат теории вероятностей, математической статистики, теории принятия статистических решений;</p> <p>Уметь: применять первичную статистическую обработки выборки, находить точечные и интервальные оценки параметров распределений, использовать критерии проверки статистических гипотез, определять наличие корреляционных связей между случайными величинами и строить функции регрессии</p> <p>Владеть навыками: математическим аппаратом, используемым для описания массовых случайных явлений.</p>
		ОПК-1.7. Строит математические модели для простейших систем и процессов в естествознании и технике	<p>Знать: математические методы, необходимые для описания процессов и явлений;</p> <p>Уметь: выбирать алгоритм для решения задачи; определять адекватные конкретной задаче и выбранному алгоритму структуры данных программы;</p> <p>Владеть навыками: математическим аппаратом, необходимым для профессиональной деятельности.</p>
		ОПК-1.8. Владеет	Знать: основные

			<p>методами аналитического и численного решения алгебраических и обыкновенных дифференциальных уравнений, уравнений математической физики</p>	<p>понятия и теоремы теории дифференциальных уравнений, методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем.</p> <p>Уметь: реализовывать методы решения и анализа дифференциальных уравнения на примере типовых задач.</p> <p>Владеть навыками: квалифицированного выбора и адаптации существующих методов анализа и решения дифференциальных уравнений и их систем, начальными навыками математического моделирования.</p>
			<p>ОПК-1.9. Способен к анализу физических явлений и процессов в технических устройствах и системах</p>	<p>Знать: математические методы, необходимые для описания процессов и явлений;</p> <p>Уметь: выбирать алгоритм для решения задачи; определять адекватные конкретной задаче и выбранному алгоритму структуры данных программы;</p> <p>Владеть навыками: математическим аппаратом, необходимым для профессиональной деятельности.</p>
			<p>ОПК-1.10. Владеет составлением и расчетом математических моделей процессов и</p>	<p>Знать: математические методы, необходимые для описания процессов и явлений;</p> <p>Уметь: выбирать алгоритм для решения</p>

			объектов АС навыками расчета тепловой эффективности рабочих циклов энергетического оборудования	задачи; определять адекватные конкретной задаче и выбранному алгоритму структуры данных программы;  Владеть навыками: математическим аппаратом, необходимым для профессиональной деятельности.
			ОПК-1.11. Знает основы начертательной геометрии и инженерной графики	Знать: математические методы, необходимые для описания процессов и явлений;  Уметь: выбирать алгоритм для решения задачи; определять адекватные конкретной задаче и выбранному алгоритму структуры данных программы;  Владеть навыками: математическим аппаратом, необходимым для профессиональной деятельности.
	ОПК-2	Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач в сфере ядерной энергетики технологии	ОПК-2.1. Знает основные методы планирования и организации физических исследований	Знать: методы измерений механических величин, таких как: расстояние, масса, время, сила, момент инерции, и т.п.;
				Уметь: проводить измерения указанных величин с помощью лабораторного оборудования;  Владеть навыками: проведения физического эксперимента, навыками работы с современным лабораторным оборудованием
			ОПК-2.2. Знает основные научные направления развития науки и техники в области	Знать: методы измерений механических величин, таких как: расстояние,

		<p>ядерной физики, энергетики и технологий</p>	<p>масса, время, сила, момент инерции, и т.п.;</p> <p>Уметь: проводить измерения указанных величин с помощью лабораторного оборудования;</p> <p>Владеть навыками: проведения физического эксперимента, навыками работы с современным лабораторным оборудованием</p>
		<p>ОПК-2.3. Знает методы выбора и создания критериев оценки исследований в области ядерной физики, распространения и взаимодействия излучения с веществом, физики реакторов и экологии</p>	<p>Знать: методы измерений механических величин, таких как: расстояние, масса, время, сила, момент инерции, и т.п.;</p> <p>Уметь: проводить измерения указанных величин с помощью лабораторного оборудования;</p> <p>Владеть навыками: проведения физического эксперимента, навыками работы с современным лабораторным оборудованием</p>
		<p>ОПК-2.4. Выделяет и систематизирует основные результаты экспериментальных и теоретических исследований, корректирует план дальнейших научных работ с учетом полученных результатов</p>	<p>Знать: элементарную теорию измерений;</p> <p>Уметь: выявлять источники погрешностей измерений, выбирать оптимальные способы измерений;</p> <p>Владеть навыками: методами оценки величин погрешностей измерений, методами наглядного представления результатов измерений</p>
		<p>ОПК-2.5. Решает самостоятельно и</p>	<p>Знать: элементарную теорию измерений;</p>

			<p>в составе научно-производственного коллектива конкретные задачи профессиональной деятельности при выполнении физических исследований</p>	<p>Уметь: выявлять источники погрешностей измерений, выбирать оптимальные способы измерений; Владеть навыками: методами оценки величин погрешностей измерений, методами наглядного представления результатов измерений</p>
			<p>ОПК-2.6. Выбирает и создает критерии оценки исследований в области ядерной физики, физики реакторов, взаимодействия излучения с веществом</p>	<p>Знать: элементарную теорию измерений; Уметь: выявлять источники погрешностей измерений, выбирать оптимальные способы измерений; Владеть навыками: методами оценки величин погрешностей измерений, методами наглядного представления результатов измерений</p>
<p>Обработка и анализ информации, информационная безопасность</p>	<p>ОПК-3</p>	<p>Способен осуществлять поиск, хранения, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представляет ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны</p>	<p>ОПК-3.1. Знает основные приемы обеспечения безотказности функционирования бытовой, компьютерной техники на рабочих местах</p>	<p>Знать: современные тенденции развития информатики и вычислительной техники. компьютерных технологии; общую характеристику информационных процессов; основные технические и программные средства реализации информационных процессов; Уметь: применять вычислительную технику для решения практических задач; использовать системное и базовое прикладное программное обеспечение;</p>

			<p>Владеть навыками: методами, способами и средствами работы с компьютером с целью получения, хранения и переработки информации; навыками решения учебных задач с использованием информационных систем и технологий; навыками использования прикладного программного обеспечения.</p>
		<p>ОПК-3.2. Знает современные средства связи и обмена информацией</p>	<p>Знать: современные тенденции развития информатики и вычислительной техники. компьютерных технологии; общую характеристику информационных процессов; основные технические и программные средства реализации информационных процессов;</p> <p>Уметь: применять вычислительную технику для решения практических задач; использовать системное и базовое прикладное программное обеспечение;</p> <p>Владеть навыками: методами, способами и средствами работы с компьютером с целью получения, хранения и переработки информации; навыками решения учебных задач с использованием информационных систем и технологий; навыками использования прикладного</p>

				программного обеспечения.
			ОПК-3.3. Готовит исходные данные для выбора и обоснования научно - технических и организационных решений	<p>Знать: современные тенденции развития информатики и вычислительной техники. компьютерных технологии; общую характеристику информационных процессов; основные технические и программные средства реализации информационных процессов;</p> <p>Уметь: применять вычислительную технику для решения практических задач; использовать системное и базовое прикладное программное обеспечение;</p> <p>Владеть навыками: методами, способами и средствами работы с компьютером с целью получения, хранения и переработки информации; навыками решения учебных задач с использованием информационных систем и технологий; навыками использования прикладного программного обеспечения.</p>
			ОПК-3.4. Применяет в работе современные информационные и информатизационные решения	<p>Знать: современные тенденции развития информатики и вычислительной техники. компьютерных технологии; общую характеристику информационных процессов; основные технические и программные средства</p>

			<p>реализации информационных процессов;</p> <p>Уметь: применять вычислительную технику для решения практических задач; использовать системное и базовое прикладное программное обеспечение;</p> <p>Владеть навыками: методами, способами и средствами работы с компьютером с целью получения, хранения и переработки информации; навыками решения учебных задач с использованием информационных систем и технологий; навыками использования прикладного программного обеспечения.</p>
		<p>ОПК-3.5. Способен осуществлять обмен информацией через сетевые коммуникации в соответствии с установленным разграничением прав доступа</p>	<p>Знать: современные тенденции развития информатики и вычислительной техники. компьютерных технологии; общую характеристику информационных процессов; основные технические и программные средства реализации информационных процессов;</p> <p>Уметь: применять вычислительную технику для решения практических задач; использовать системное и базовое прикладное программное обеспечение;</p>

				<p>Владеть навыками: методами, способами и средствами работы с компьютером с целью получения, хранения и переработки информации; навыками решения учебных задач с использованием информационных систем и технологий; навыками использования прикладного программного обеспечения.</p>
			<p>ОПК-3.6. Владеет организацией сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок</p>	<p>Знать: современные тенденции развития информатики и вычислительной техники. компьютерных технологии; общую характеристику информационных процессов; основные технические и программные средства реализации информационных процессов;</p> <p>Уметь: применять вычислительную технику для решения практических задач; использовать системное и базовое прикладное программное обеспечение;</p> <p>Владеть навыками: методами, способами и средствами работы с компьютером с целью получения, хранения и переработки информации; навыками решения учебных задач с использованием информационных систем и технологий; навыками использования прикладного</p>

				программного обеспечения.
				<p>Знать: методы и способы постановки и решения задач физических исследований, принципы действия, функциональные и метрологические возможности современной аппаратуры для физических исследований, возможности, методы и системы компьютерных технологий для физических теоретических и экспериментальных исследований</p> <p>Уметь: самостоятельно ставить и решать конкретные физические задачи научных исследований в области ядерной физики с использованием современной аппаратуры и компьютерных технологий.</p> <p>Владеть навыками: решения задач научных исследований в области ядерной физики с помощью современных методов и средств компьютерных технологий.</p>
		Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-4.1. Умеет разрабатывать алгоритмы на языках программирования высокого уровня	<p>Знать: методы и способы постановки и решения задач физических исследований, принципы действия, функциональные и метрологические возможности современной аппаратуры для физических исследований, возможности, методы и системы компьютерных технологий для физических теоретических и экспериментальных исследований</p> <p>Уметь: самостоятельно ставить и решать конкретные физические задачи научных исследований в области ядерной физики с использованием современной аппаратуры и компьютерных технологий.</p> <p>Владеть навыками: решения задач научных исследований в области ядерной физики с помощью современных методов и средств компьютерных технологий.</p>
	ОПК-4		ОПК-4.2. Способен реализовать компьютерную программу для решения физических задач	<p>Знать: методы и способы постановки и решения задач физических исследований, принципы действия, функциональные и метрологические возможности современной аппаратуры для физических исследований, возможности, методы и системы компьютерных технологий для физических теоретических и экспериментальных исследований</p> <p>Уметь: самостоятельно ставить и решать конкретные физические задачи научных исследований в области ядерной физики с использованием современной аппаратуры и компьютерных технологий.</p> <p>Владеть навыками: решения задач научных исследований в области ядерной физики с помощью современных методов и средств компьютерных технологий.</p>

				<p>исследований, возможности, методы и системы компьютерных технологий для физических теоретических и экспериментальных исследований</p> <p>Уметь: самостоятельно ставить и решать конкретные физические задачи научных исследований в области ядерной физики с использованием современной аппаратуры и компьютерных технологий.</p> <p>Владеть навыками: решения задач научных исследований в области ядерной физики с помощью современных методов и средств компьютерных технологий.</p>
Представление результатов работы	ОПК-5	Способен оформлять результаты работы и научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ	ОПК-5.1. Умеет применять методы организации и проведения измерений и исследований, обрабатывать и проводить анализ результатов и измерений	<p>Знать: последовательность решения задач.</p> <p>Уметь: оформлять результаты работы и научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ.</p> <p>Владеть навыками: оформления результатов работы и научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций.</p>

			<p>ОПК-5.2. Применяет навыки работы в поиске, обработке, анализе большого объема новой информации и представления ее в качестве статей, докладов, научных отчетов и презентаций</p>	<p>Знать: последовательность решения задач.</p> <p>Уметь: оформлять результаты работы и научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ.</p> <p>Владеть навыками: оформления результатов работы и научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций.</p>
			<p>ОПК-5.3. Владеет навыками компьютерной верстки и пакетов офисных программ</p>	<p>Знать: последовательность решения задач.</p> <p>Уметь: оформлять результаты работы и научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ.</p> <p>Владеть навыками: оформления результатов работы и научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций.</p>

– профессиональные компетенции:

Тип задач	Код	Формулировка	Код и	Планируемые
-----------	-----	--------------	-------	-------------

профессиональн й деятельности		компетенции	формулировка индикатора достижения  компетенции	результаты освоения соответствующих дисциплин (модулей),  практик <sup>1</sup>
Научно-исследовательский	ПК-1	Способен использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области	ПК-1.1. Знает основные способы анализа состояния научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников по тематике исследований	Знать:  Уметь:  Владеть навыками:
			ПК-1.2. Использует основные способы анализа состояния научно-технической проблемы путем подбора	Знать:  Уметь:  Владеть навыками:
			ПК-1.3. Умеет проводить изучение и анализ литературных и патентных источников по тематике исследований	Знать:  Уметь:  Владеть навыками:
			ПК-1.4. Применяет критический подход при анализе отечественного и зарубежного опыта по тематике исследований	Знать:  Уметь:  Владеть навыками:
			ПК-1.5. Обладает навыками и приемами подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников по тематике исследований	Знать:  Уметь:  Владеть навыками:
			ПК-1.6. Владеет навыками и приемами анализа отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования	Знать:  Уметь:  Владеть навыками:
			ПК-1.7 Владеет навыками составления заявок на гранты и	Знать:  Уметь:

			НИОКР	Владеть навыками:
Научно-исследовательский	ПК-2	Проводит математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований	ПК-2.1. Знает методы расчетно-теоретического исследования физических процессов, создания программ расчета количественных характеристик физических процессов и явлений	Знать:  Уметь:  Владеть навыками:
			ПК-2.2. Использует классические численные методы для решения задач	Знать:  Уметь:  Владеть навыками:
			ПК-2.3. Реализует численные алгоритмы в виде законченных компьютерных программ	Знать:  Уметь:  Владеть навыками:
			ПК-2.4. Использует численные методы и современные компьютеры для решения научно-исследовательских задач	Знать:  Уметь:  Владеть навыками:
			ПК-2.5. Владеет практическими навыками численного моделирования типовых задач в своей предметной области с требуемой степенью точности	Знать:  Уметь:  Владеть навыками:
			ПК-2.6. Владеет способами создания моделей для описания и прогнозирования различных явлений, осуществления их качественного и количественного анализа	Знать:  Уметь:  Владеть навыками:
Научно-исследовательский	ПК-3	Готов к проведению физических экспериментов по заданной методике, составлению описания проводимых	ПК-3.1. Знает методы экспериментального исследования физических процессов, создания	Знать:  Уметь:  Владеть навыками:

		исследований и анализу результатов	экспериментальных установок	
			ПК-3.2. Знает теоретические основы метрологии и сертификации средств измерения	Знать: Уметь: Владеть навыками:
			ПК-3.3. Знает типовые технологические процессы и оборудование по профилю специальной подготовки	Знать: Уметь: Владеть навыками:
			ПК-3.4. Умеет измерять параметры образцов материалов и компонент, выбирать типы, типонаминалы и типоразмеры компонент, отвечающие функциональным, конструктивным и эксплуатационным требованиям	Знать: Уметь: Владеть навыками:
			ПК-3.5. Вырабатывает требования к точности измерений, осуществляет их контроль	Знать: Уметь: Владеть навыками:
Технологический	ПК-4	Способен к составлению отчета по выполненному заданию и научных публикаций, к участию во внедрении результатов исследований и разработок	ПК-4.1. Знает основные требования, предъявляемые к оформлению и содержанию отчетов об исследовательской работе, правила оформления	Знать: Уметь: Владеть навыками:
			ПК-4.2. Знает иностранный язык в объеме, необходимом для получения информации профессионального содержания из зарубежных источников	Знать: Уметь: Владеть навыками:
			ПК-4.3. Умеет	Знать:

			представлять результаты исследовательской работы с использованием электронных средств презентации	Уметь: Владеть навыками:
			ПК-4.4. Владеет навыками подготовки докладов на конференции по результатам проведенных исследований	Знать: Уметь: Владеть навыками:
			ПК-4.5. Владеет навыками работы с технической документацией и литературой, научно-техническими отчетами, справочниками и другими информационным и источниками	Знать: Уметь: Владеть навыками:
			ПК-4.6. Владеет методами исполнения схем, графиков, чертежей, диаграмм	Знать: Уметь: Владеть навыками:
Технологический	ПК-5	Способен к организации метрологического обеспечения технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции	ПК-5.1. Знает физические основы и методы измерений, методы оценки погрешностей измерения	Знать: Уметь: Владеть навыками:
			ПК-5.2. Применяет контрольно-измерительную и испытательную технику для контроля качества продукции и технологических процессов	Знать: Уметь: Владеть навыками:
			ПК-5.3. Владеет методами расчета погрешностей измерений, методами контроля качества, навыками обработки экспериментальн	Знать: Уметь: Владеть навыками:

			ых данных и оценки точности (неопределенности) измерений, испытаний и достоверности контроля	
Технологический	ПК-6	Способен к монтажу, наладке, настройке, регулировке, испытанию и сдаче в эксплуатацию оборудования и программных средств	ПК-6.1. Знает элементную базу и принципы работы современных приборов, устройств и систем, используемых в практической деятельности	Знать:  Уметь:  Владеть навыками:
			ПК-6.2. Знает методы решения задач на определение оптимальных соотношений параметров различных систем	Знать:  Уметь:  Владеть навыками:
			ПК-6.3. Знает типовые технологические процессы и оборудование по профилю специальной подготовки	Знать:  Уметь:  Владеть навыками:
			ПК-6.4. Применяет методы анализа, синтеза и оптимизации технологических процессов, процессов обеспечения качества, испытаний и сертификации продукции	Знать:  Уметь:  Владеть навыками:

В Приложении 10.1 приведен календарный график освоения элементов образовательной программы, в Приложении 10.2 – календарный график формирования компетенций.

На основе рабочих программ (фондов оценочных средств) дисциплин (модулей), практик, ГИА (ИА) образовательной программы сформированы комплексы заданий (включающие тестовые задания, расчетные задачи, ситуационные, практико-ориентированные задачи для оценки сформированности компетенций у обучающегося. Задания фонда оценочных средств по образовательной программе размещены на Образовательном портале «Электронный университет ВГУ».

**14.04.02**  
**Ядерные физика и технологии**  
**Фонд оценочных средств сформированности компетенций**

**ОПК-1**

Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач

**Период окончания формирования компетенции: 3 семестр**

Дисциплины (модули) (Блок: 5000. Б1.)

Б1.О.09 История и методология физики ( 1 семестр)

Б1.О.08 Технический английский язык (3 семестр)

**Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:**

1) Тестовые задания с выбором ответов

История и методология физики

1. Какой период истории развития физики охватывает времена Античности, Средневековья, эпоху Возрождения, доньютоновские годы и характеризуется близостью и даже слиянием физических и философских представлений о природе?

А) Предыстория физики.

Б) Период становления физики как науки.

В) Период классической физики.

Г) Период современной физики.

2. Сконструируйте определение «Научный метод»

А) операций и процедур, правил и норм.

Б) система принципов и императивов.

В) его проверку и подтверждение в процессе решения познавательных проблем и задач.

Г) обеспечивающая в научном исследовании генерацию нового знания.

Ответ: Б,А,Г,В.

3. Что не относится к наиболее значимым требованиям к методу?

1. Детерминированность метода.

2. Заданность метода целью исследования.

3. Результативность и надежность метода.

4. Гармоничность метода.

4. К общенаучным методам операциям, приемам, процедурам или просто методам, использующимся на эмпирическом и теоретическом уровнях научного исследования, не относятся (2 метода)?

- А) Построение.
- Б) Абстрагирование.
- В) Определение.
- Г) Анализ и синтез.
- Д) Разъяснение.
- Е) Моделирование.
- Ж) Объяснение.

5. Кто из перечисленных ниже ученых относился к атомистам?

- А) Левкипп.
- Б) Парменид.
- В) Демокрит.
- Г) Анаксимандр.
- Д) Фалес.

6. Кто обосновал геоцентрическую систему мира?

- А) Коперник.
- Б) Ньютон.
- В) Птолемей.
- Г) Евклид.

7. Кто обосновал гелиоцентрическую систему мира?

- А) Коперник.
- Б) Ньютон.
- В) Птолемей.
- Г) Евклид.

8. Кому принадлежит первенство в создании телескопа?

- А) Коперник.
- Б) Галилей.
- В) Ньютон.
- Г) Кеплер.

9. В каком году открыт закон зависимости силы тока от напряжения и сопротивления участка проводника?

- А) 1820 г.
- Б) 1826 г.
- В) 1827 г.
- Г) 1833 г.

10. Кто провел классический опыт по доказательству интерференции и дифракции света?

- А) Чедвиг.
- Б) Максвелл.
- В) Ньютон.
- Г) Юнг.

11. Выберите фамилию ученого, который открыл явление радиоактивности?

- А) Ремер.
- Б) Герц.
- В) Резерфорд.
- Г) Беккерель.

12. Кем экспериментально были обнаружены электромагнитные волны?

- А) Столетов.
- Б) Ремер.
- В) Герц.
- Г) Резерфорд.

13. Теоретически предсказал существование электромагнитных волн?

- А) Гук.
- Б) Чедвиг.
- В) Максвелл.
- Г) Фарадей.

14. Впервые определил скорость света?

- А) Столетов.
- Б) Ремер.

- В) Герц.
- Г) Резерфорд.
- Д) Беккерель.

15. Открыл строение атома?

- А) Герц.
- Б) Резерфорд.
- В) Беккерель.
- Г) Эйнштейн.
- Д) Томсон.

## 2) Тестовые задания без выбора ответов

История и методология физики

### Вопросы с развернутым ответом

#### *1. Дайте определение понятию «история физики»?*

Ответ:

История физики — предмет, изучающий историю возникновения и развития физики как науки, как единого целого, как возникающего общественного явления, занимающего важное место в жизни общества, отражающего его наиболее передовые взгляды и воззрения на окружающий мир и выполняющего своеобразную роль двигателя прогресса.

#### *2. Решение каких задач предполагает История физики?*

Ответ:

История физики как и любая история предполагает решение следующих задач:

1. Выяснение исторических фактов для восстановления хода развития науки.
2. Анализ фактического материала позволяющий раскрыть ход процесса развития как необходимо обусловленный.
3. Установление общих законов развития физики.

#### *3. Дайте определение понятию «метод науки»?*

Ответ:

Метод науки – это выработанная научным сообществом сбалансированная система эмпирического и теоретического уровней исследования, позволяющая

операционально, последовательно и поэтапно получать и обобщать новое научное знание от фактов до законов и теорий.

#### ***4. Какие методы относят к общенаучным?***

Ответ:

К общенаучным методам операциям, приемам, процедурам или просто методам, используемым на эмпирическом и теоретическом уровнях научного исследования, относят: абстрагирование, определение, анализ и синтез, индукцию и дедукцию, классификацию, аналогию, моделирование, обобщение, научное объяснение.

#### ***5\*. Опишите метод аналогий»?***

Ответ:

Метод аналогий

Метод использования аналогий можно считать закономерностью развития физики. История свидетельствует о его огромном значении в построении новых теорий, начиная с первых шагов развития физики вплоть до современности. Например, вся геометрическая оптика строилась на аналогии между пучком летящих частиц и световым лучом. В основу волновой оптики была положена аналогия между световыми волнами и волнами на воде, а затем и волнами в сплошной упругой среде. Электростатика и учение о магнетизме строились по аналогии с теорией гравитационного поля. Общеизвестно, что при построении квантовой механики де Бройль и Шредингер использовали оптико-механическую аналогию, открытую еще Гамильтоном. Гейзенберг открыто использовал аналогию между классическим и квантовым рассмотрением. Один из основателей квантовой механики Дирак писал: «...существует довольно общий метод квантовых условий, применимый к очень широкому классу динамических систем - это метод классической аналогии... мы должны ожидать, что важные понятия классической механики будут соответствовать важным понятиям квантовой механики... В частности, можно надеяться получить квантовые условия, являющиеся простым обобщением классического закона, согласно которому все динамические переменные коммутируют».

#### ***6\*. Опишите «метод моделирования»***

Ответ:

Метод моделирования

Он широко применялся в физике с начала ее возникновения. Однако понятие модели и характер применяемых типов моделей изменялись вместе с развитием физики. С известной условностью выделяют четыре типа физических моделей: макромодел, микромодел, математические или знаковые модели, квантовые модели. Макромодель – это упрощенный абстрактный образ макрообъекта: материальная точка, твердое тело, идеальная жидкость, математический маятник. Микромодель – это модели, в основе которых лежит представление о существовании ненаблюдаемых непосредственно субстанций или объектов. В классической физике это были атомы, молекулы, эфиры и др. Считается, что без модельных представлений эфира Максвелл не смог бы прийти к теории электромагнитного поля. Математическая или знаковая модель. Это изображения структуры электромагнитного поля с помощью системы силовых линий и эквипотенциальных поверхностей; графики, выражающие зависимости между физическими величинами, например, представляющие адиабатический процесс; образ точки в фазовом пространстве, представляющий нагретое тело и др. Квантовые модели. Квантовая модель дает образ квантового микрообъекта, так же как микромодель представляет образ микрообъекта в классической физике. Однако поскольку объект обладает квантовыми свойствами его цельный образ построить нельзя, можно только одну из сторон квантового микрообъекта. Простейший пример – электрон. В одном случае – это материальная точка с зарядом, в другом – непрерывно распределенное поле. Это не просто разные модели одного объекта, а модели, взаимно исключающие друг друга.

### ***7. Перечислите научные школы античности?***

Ответ:

1. Милетская школа (VI век до н.э)
2. Школа Пифагора (ок. 570 – 497 гг. до н.э.)
3. Элейская школа (VI-V вв. до н.э)
4. Учение плюралистов
5. Учение атомистов (V-IV веков до н. э)
6. Софийская школа (2-я половина V – 1-я половина IV века)
7. Учение Сократа и сократические школы (469 – 399 гг. до н.э.)
8. Платон и его Академия (427 – 347 гг. до н.э.)
9. Учение Аристотеля (384 год до н. э.)
10. Эпикуреизм (306 год до н. э.)
11. Школа скептиков (IV век до н.э.)
12. Школа стоиков (IV век до н. э. – II век н. э.)

**8. Кто обосновал геоцентрическую систему мира?**

Ответ:

Птолемей.

**9. В каком году и кем впервые была опровергнута геоцентрическая система мира?**

Ответ:

Геоцентрическая система мира впервые была опровергнута в 1543 году Николаем Коперником.

**10. Кто считается основателем современной физики?**

Ответ:

Отцом основателем современной физики считается Г. Галилей (1564–1642 гг.).

**11. В каком году вышел в свет основополагающий труд И. Ньютона «Математические начала натуральной философии» и что в нем содержалось?**

Ответ:

В 1687 вышел в свет основополагающий труд И. Ньютона «Математические начала натуральной философии», содержащий основные понятия и аксиоматику механики, в частности представления об абсолютном пространстве и абсолютном времени, понятие состояния, массы, закон пропорциональности силы ускорению и закон всемирного тяготения.

**12\*. Что представляет собой «Лейденская банка»?**

Ответ:

Лейденская банка – это первый в своем роде электрический конденсатор, который появился на свет благодаря стараниям немецких и голландских ученых. В 1745 году подобную банку смастерил Эвальд Георг фон Клейст. Через год подобное устройство, но с некоторыми отличиями, создали в Лейденском университете. Этим устройством заинтересовался аббат Нолле из Франции, который продемонстрировал его королю. Именно благодаря демонстрации первая конструкция электрического конденсатора получила название банка из Лейдена.

До изобретения этой банки ученые вырабатывали электричество с помощью диэлектриков в виде стекла или янтаря, а также электростатических генераторов. Клейст решил провести эксперимент, зарядив электрическим зарядом воду в банке посредством

штыря из железа. В то же время банка находилась на металлической тарелке. Проведя опыты, он понял, что в банке конденсируется электрический ток.

### ***13\*. Общая характеристика физики XX века?***

Ответ:

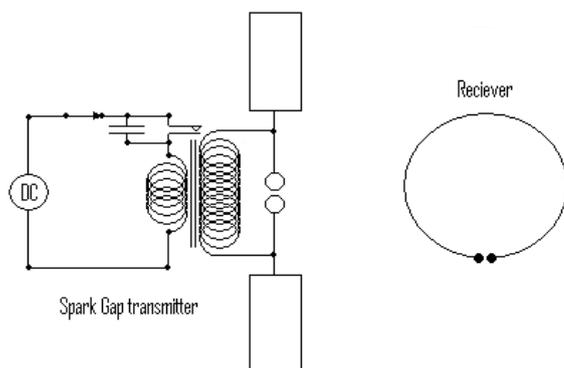
В начале XX века физика столкнулась с серьёзными проблемами — начали возникать противоречия между старыми моделями и опытными данными. Так, например, наблюдались противоречия между классической механикой и электродинамикой при попытках измерить скорость света — выяснилось, что она не зависит от системы отсчёта. Физика того времени также была неспособна описать некоторые эффекты микромира, такие как атомные спектры излучений, фотоэффект, энергетическое равновесие электромагнитного излучения и вещества, спектр излучения абсолютно чёрного тела. Движение Меркурия не соответствовало ньютоновской теории тяготения; не было найдено решения и для «гравитационного парадокса». Наконец, новые явления, обнаруженные на рубеже веков — радиоактивность, электрон, рентгеновские лучи — не были теоретически объяснены. «Это целый мир, о существовании которого никто не подозревал», заявил Пуанкаре в 1900 году, и для понимания нового мира понадобился существенный пересмотр старой физики.

Ещё одной важной особенностью физики XX века стало расширение понимания единства природных сил. Уже в XIX веке появилось универсальное понятие энергии, а Максвелл объединил оптику, электричество и магнетизм. В XX веке обнаружились глубокие связи пространства и времени, вещества и излучения (частицы и волны), гравитации и геометрии, массы и энергии и многие другие взаимоотношения. Появилось немало новых разделов физики — теория относительности, квантовая механика, атомная физика, электроника, аэродинамика, радиофизика, физика плазмы, астрофизика, космология и другие.

### ***14\*. Схема передатчика Герца (Искровой передатчик)?***

Ответ:

В 1888—1889 годах Генрих Герц экспериментально подтвердил теорию Максвелла о существовании электромагнитных волн. Для этого им были сконструированы передатчик, включающий в себя [источник питания](#) постоянного тока, [катушку Румкорфа](#) и антенну направленного действия — [симметричный вибратор](#), а также простейший приёмник — рамочную антенну с малым искровым промежутком, выполнявшим функции индикатора (детектора) волн



**15. Кто предложил термин «электрон»?**

Ответ::

Стоуни предложил термин «электрон» (1874 год).

**ОПК-2**

Способен применять современные методы исследования. оценивать и представлять результаты выполненной работы

**Период окончания формирования компетенции: 1 семестр**

Дисциплины (модули) (Блок: 5000. Б1.) ( 1 семестр)

Б1.О.07 Физика ядерных реакторов

Б 1.0.10 Физические основы ядерной энергетики

Б1.О.09 История и методология физики

**Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:**

1) Тестовые задания с выбором ответов

История и методология физики

1. Какой период истории развития физики охватывает времена Античности, Средневековья, эпоху Возрождения, доньютоновские годы и характеризуется близостью и даже слиянием физических и философских представлений о природе?

- А) Предыстория физики.
- Б) Период становления физики как науки.
- В) Период классической физики.
- Г) Период современной физики.

2. Сконструируйте определение «Научный метод»

- А) операций и процедур, правил и норм.
- Б) система принципов и императивов.

В) его проверку и подтверждение в процессе решения познавательных проблем и задач.

Г) обеспечивающая в научном исследовании генерацию нового знания.

Ответ: Б,А,Г,В.

3. Что не относится к наиболее значимым требованиям к методу?

1. Детерминированность метода.
2. Заданность метода целью исследования.
3. Результативность и надежность метода.
4. Гармоничность метода.

4. К общенаучным методам операциям, приемам, процедурам или просто методам, используемым на эмпирическом и теоретическом уровнях научного исследования, не относятся (2 метода)?

- А) Построение.
- Б) Абстрагирование.
- В) Определение.
- Г) Анализ и синтез.
- Д) Разъяснение.
- Е) Моделирование.
- Ж) Объяснение.

5. Кто из перечисленных ниже ученых относился к атомистам?

- А) Левкипп.
- Б) Парменид.
- В) Демокрит.
- Г) Анаксимандр.
- Д) Фалес.

6. Кто обосновал геоцентрическую систему мира?

- А) Коперник.
- Б) Ньютон.
- В) Птолемей.
- Г) Евклид.

7. Кто обосновал гелиоцентрическую систему мира?

- А) Коперник.
- Б) Ньютон.
- В) Птолемей.
- Г) Евклид.

8. Кому принадлежит первенство в создании телескопа?

- А) Коперник.
- Б) Галилей.
- В) Ньютон.
- Г) Кеплер.

9. В каком году открыт закон зависимости силы тока от напряжения и сопротивления участка проводника?

- А) 1820 г.
- Б) 1826 г.
- В) 1827 г.
- Г) 1833 г.

10. Кто провел классический опыт по доказательству интерференции и дифракции света?

- А) Чедвиг.
- Б) Максвелл.
- В) Ньютон.
- Г) Юнг.

11. Выберите фамилию ученого, который открыл явление радиоактивности?

- А) Ремер.
- Б) Герц.
- В) Резерфорд.
- Г) Беккерель.

12. Кем экспериментально были обнаружены электромагнитные волны?

- А) Столетов.
- Б) Ремер.
- В) Герц.

Г) Резерфорд.

13. Теоретически предсказал существование электромагнитных волн?

А) Гук.

Б) Чедвиг.

В) Максвелл.

Г) Фарадей.

14. Впервые определил скорость света?

А) Столетов.

Б) Ремер.

В) Герц.

Г) Резерфорд.

Д) Беккерель.

15. Открыл строение атома?

А) Герц.

Б) Резерфорд.

В) Беккерель.

Г) Эйнштейн.

Д) Томсон.

#### Физика ядерных реакторов

1. Какие частицы вызывают деление ядер U-235 в ядерных реакторах?
  - 1) электрон, 2) **нейтрон**, 3) протон 4) дейтерий
2. Какие из перечисленных ниже веществ обычно используются в ядерных реакторах в качестве ядерного горючего? 1) кадмий 2) **уран** 3) бор 4) графит 5) вода
3. Какой реактор вырабатывает больше ядерного топлива, чем потребляет?
  - 1) урано-графитовый 2) **реактор на быстрых нейтронах** 3) реактор на медленных нейтронах 4) водо-водяной реактор
4. Какие вещества являются замедлителями в ядерном реакторе на тепловых нейтронах? 1) Уран 2) Цирконий 3) **Вода** 4) Кадмий
5. Что такое ядерный реактор? Это устройство, в котором...
  - 1) **осуществляется управляемая цепная реакция деления тяжелых ядер**
  - 2) ядерная энергия превращается непосредственно в электрическую
  - 3) происходит управляемый синтез легких ядер
  - 4) происходит управляемый  $\alpha$ -распад ядер

6. Какой из множителей не входит в коэффициент размножения нейтронов в ядерном реакторе на тепловых нейтронах бесконечного размера?
- 1) эффективный выход нейтронов на один захваченный нейтрон в топливе
  - 2) коэффициент размножения на быстрых нейтронах
  - 3) коэффициент использования тепловых нейтронов
  - 4) коэффициент размножения на тепловых нейтронах**
7. Единицы измерения плотности потока нейтронов
- 1) **Нейтрон/(см<sup>2</sup>\*с)**; 2) Нейтрон/см<sup>2</sup> 3) Нейтрон/с 4) Нейтрон/(см<sup>3</sup>\*с)
8. Единицы измерения возраста нейтронов:
- 1) **м<sup>2</sup>** 2) мин 3) с 4) м
9. Какой из продуктов деления ядер <sup>235</sup>U относится к отравителям ядерного реактора?
- 1) **<sup>135</sup>Xe** 2) <sup>91</sup>Zr 3) <sup>95</sup>Mo 4) <sup>137</sup>Cs
10. Какая характеристика не относится к процессу отравления ядерного реактора ксеноном?
- 1) малое сечение поглощения тепловых нейтронов**
  - 2) быстрое достижение равновесной концентрации ксенона, примерно за 30-40 часов
  - 3) увеличение отравления после остановки ядерного реактора
  - 4) временное увеличение или уменьшение реактивности, обусловленное изменением концентрации ксенона
11. Для ядерного реактора на тепловых нейтронах потеря реактивности за счет отравления ксеноном имеет вид
- 1)  $\rho = -\Theta W$ , где  $\Theta$  - коэффициент использования тепловых нейтронов,  $W$  – отношение количества поглощений в поглотителе к количеству поглощений в топливе**
  - 2)  $\rho = +\Theta W$ , где  $\Theta$  - коэффициент использования тепловых нейтронов,  $W$  – отношение количества поглощений в поглотителе к количеству поглощений в топливе
  - 3)  $\rho = -\Theta W$ , где  $\Theta$  - коэффициент использования тепловых нейтронов,  $W$  – мощность реактора
  - 4)  $\rho = -\Theta W^2$ , где  $\Theta$  - коэффициент использования тепловых нейтронов,  $W$  – отношение количества поглощений в поглотителе к количеству поглощений в топливе
12. Прометиевый провал – это
- 1) уменьшение запаса реактивности реактора при накоплении самария после остановки ядерного реактора на тепловых нейтронах**
  - 2) уменьшение запаса реактивности реактора при накоплении самария после остановки ядерного реактора на быстрых нейтронах
  - 3) увеличение запаса реактивности реактора при накоплении самария после остановки ядерного реактора на тепловых нейтронах
  - 4) увеличение запаса реактивности реактора при накоплении самария после остановки ядерного реактора на быстрых нейтронах
13. Ядерный реактор подкритичен при условии:
- 1) реактивность  $\rho < 0$ , коэффициент размножения нейтронов  $k'_{эфф} < 0$ ;**
  - 2) реактивность  $\rho = 0$ , коэффициент размножения нейтронов  $k'_{эфф} < 0$ ;
  - 3) реактивность  $\rho > 0$ , коэффициент размножения нейтронов  $k'_{эфф} > 0$ ;
  - 4) реактивность  $\rho = 0$ , коэффициент размножения нейтронов  $k'_{эфф} = 0$ ;
14. Физический вес компенсирующего стержня – это

- 1) **реактивность, которую может скомпенсировать компенсирующий стержень при введении в активную зону или высвободить при подъеме из активной зоны**
  - 2) вес компенсирующего стержня
  - 3) длина компенсирующего стержня, введенная в активную зону реактора
  - 4) объем компенсирующего стержня
15. Для управления реактивностью в реакторе на тепловых нейтронах в водном теплоносителе изменяют концентрацию:
- 1) **Борной кислоты**
  - 2) Соляной кислоты
  - 3) Оксида бора
  - 4) Бромиды натрия

Физические основы ядерной энергетики

1. Из какого материала выполнены центральные дистанционирующие решетки ТВС?
  1. Сплав 42ХНМ
  2. Сплав 7635
  3. Сталь 08Х18Н10Т
  4. **Циркониевый сплав**
2. Сколько направляющих труб входит в состав ТВС?
  1. 163
  2. 95
  3. **18**
  4. не входят
3. Как часто расхаживаются стопорные клапана?
  1. 1 раз в смену
  2. 1 раз в неделю
  3. **1 раз в сутки**
  4. 1 раз в месяц
4. Насос какого типа используется в системе регулирования?
  1. Горизонтальный центробежный
  2. Вертикальный центробежный одного давления
  3. Горизонтальный центробежный двух давлений
  4. **Вертикальный центробежный двух давлений**
5. Сколько аварийных тяг установлено в районе улитки ГЦН?
  1. 1
  2. 0
  3. **3**
  4. 2
6. Сколько шаровых опор установлено в районе улитки ГЦН?
  1. 1
  2. **3**
  3. Отсутствуют
  4. 2

7. Основное назначение ГЦН-195М?
1. Поддержание давления в I контуре во всех режимах работы РУ
  2. Изменение мощности РУ путем изменения количества работающих ГЦН
  - 3. Осуществление циркуляции теплоносителя через активную зону**
  4. Снятие остаточного тепловыделения с активной зоны
8. Из чего состоит устройство выравнивая паровой нагрузки?
1. Из дырчатых листов, расположенных над уровнем котловой воды
  2. Из пакетов жалюзи, расположенных под уровнем котловой воды
  3. Из пакетов жалюзи, расположенных над уровнем котловой воды
  - 4. Из дырчатых листов, расположенных под уровнем котловой воды**
9. Какие из перечисленных систем НЕ относятся к защитным системам безопасности?
1. Система защиты I контура от превышения давления
  2. Активная часть САОЗ низкого давления
  - 3. Система водоснабжения ответственных потребителей**
  4. Система подачи аварийной питательной воды в парогенераторы
10. Какова длительность работы КРУ с коротким замыканием одной фазы на землю?
1. При замыкании на землю одной фазы секции собственных нужд, секция отключается, и работа запрещена
  2. Не более 5 минут
  3. До устранения замыкания
  - 4. Не более 2 часов**
11. Какое количество блоков ТЭН установлено в корпусе КД?
- 1. 28 шт.**
  2. 50 шт.
  3. 14 шт.
  4. 112 шт.
12. Назовите, чем осуществляется уплотнение главного разъема реактора ВВЭР-1000
1. Уплотнение с помощью трех прутковых никелевых прокладок
  2. Уплотнение с помощью двух никелевых прокладок и торового компенсатора
  3. Уплотнение за счет клиновидной прокладки
  - 4. Уплотнение с помощью двух прутковых никелевых прокладок**
13. Укажите признаки оживления, которые могут появиться у пострадавшего при правильных методах оказания ему помощи.
- 1. Улучшение цвета лица-розовый оттенок, появление самостоятельных дыханий, движений, сужение зрачков**
  2. Появление капелек пота на лице пострадавшего, усиление мышечного тонуса
  3. Расширение зрачков, изменение цвета лица-бледный оттенок
  4. Самостоятельное функционирование пострадавшего
14. Какая помощь должна быть оказана пострадавшему при ожогах с нарушением целостности ожоговых пузырей?
- 1. Обожженный участок накрыть сухой чистой тканью, приложить холод**
  2. Промыть лекарственным раствором, наложить вату и забинтовать
  3. Смазать обожженный участок тела мазью от ожогов
  4. Подставить под струю холодной воды на 10-15 минут

15. Определите, чем охлаждается вода в барботажном баке

**1. Водой промежуточного контура**

2. Технической водой группы "В"
3. Технической водой группы "А"
4. Дистиллированной водой

2) Тестовые задания без выбора ответов

История и методология физики

**Вопросы с развернутым ответом**

**1. Дайте определение понятию «история физики»?**

Ответ:

История физики — предмет, изучающий историю возникновения и развития физики как науки, как единого целого, как возникающего общественного явления, занимающего важное место в жизни общества, отражающего его наиболее передовые взгляды и воззрения на окружающий мир и выполняющего своеобразную роль двигателя прогресса.

**2. Решение каких задач предполагает История физики?**

Ответ:

История физики как и любая история предполагает решение следующих задач:

4. Выяснение исторических фактов для восстановления хода развития науки.
5. Анализ фактического материала позволяющий раскрыть ход процесса развития как необходимо обусловленный.
6. Установление общих законов развития физики.

**3. Дайте определение понятию «метод науки»?**

Ответ:

Метод науки – это выработанная научным сообществом сбалансированная система эмпирического и теоретического уровней исследования, позволяющая операционально, последовательно и поэтапно получать и обобщать новое научное знание от фактов до законов и теорий.

**4. Какие методы относят к общенаучным?**

Ответ:

К общенаучным методам относятся операции, приемы, процедуры или просто методы, используемым на эмпирическом и теоретическом уровнях научного исследования,

относят: абстрагирование, определение, анализ и синтез, индукцию и дедукцию, классификацию, аналогию, моделирование, обобщение, научное объяснение.

**5\*. Опишите метод аналогий»?**

Ответ:

Метод аналогий

Метод использования аналогий можно считать закономерностью развития физики. История свидетельствует о его огромном значении в построении новых теорий, начиная с первых шагов развития физики вплоть до современности. Например, вся геометрическая оптика строилась на аналогии между пучком летящих частиц и световым лучом. В основу волновой оптики была положена аналогия между световыми волнами и волнами на воде, а затем и волнами в сплошной упругой среде. Электростатика и учение о магнетизме строились по аналогии с теорией гравитационного поля. Общеизвестно, что при построении квантовой механики де Бройль и Шредингер использовали оптико-механическую аналогию, открытую еще Гамильтоном. Гейзенберг открыто использовал аналогию между классическим и квантовым рассмотрением. Один из основателей квантовой механики Дирак писал: «...существует довольно общий метод квантовых условий, применимый к очень широкому классу динамических систем - это метод классической аналогии... мы должны ожидать, что важные понятия классической механики будут соответствовать важным понятиям квантовой механики... В частности, можно надеяться получить квантовые условия, являющиеся простым обобщением классического закона, согласно которому все динамические переменные коммутируют».

**6\*. Опишите «метод моделирования»**

Ответ:

Метод моделирования

Он широко применялся в физике с начала ее возникновения. Однако понятие модели и характер применяемых типов моделей изменялись вместе с развитием физики. С известной условностью выделяют четыре типа физических моделей: макромодели, микромодел, математические или знаковые модели, квантовые модели. Макромодель – это упрощенный абстрактный образ макрообъекта: материальная точка, твердое тело, идеальная жидкость, математический маятник. Микромодель – это модели, в основе которых лежит представление о существовании ненаблюдаемых непосредственно

субстанций или объектов. В классической физике это были атомы, молекулы, эфиры и др. Считается, что без модельных представлений эфира Максвелл не смог бы прийти к теории электромагнитного поля. Математическая или знаковая модель. Это изображения структуры электромагнитного поля с помощью системы силовых линий и эквипотенциальных поверхностей; графики, выражающие зависимости между физическими величинами, например, представляющие адиабатический процесс; образ точки в фазовом пространстве, представляющий нагретое тело и др. Квантовые модели. Квантовая модель дает образ квантового микрообъекта, так же как микромодель представляет образ микрообъекта в классической физике. Однако поскольку объект обладает квантовыми свойствами его цельный образ построить нельзя, можно только одну из сторон квантового микрообъекта. Простейший пример – электрон. В одном случае – это материальная точка с зарядом, в другом – непрерывно распределенное поле. Это не просто разные модели одного объекта, а модели, взаимно исключающие друг друга.

### ***7. Перечислите научные школы античности?***

Ответ:

1. Милетская школа (VI век до н.э)
2. Школа Пифагора (ок. 570 – 497 гг. до н.э.)
3. Элейская школа (VI-V вв. до н.э)
4. Учение плюралистов
5. Учение атомистов (V-IV веков до н. э)
6. Софийская школа (2-я половина V – 1-я половина IV века)
7. Учение Сократа и сократические школы (469 – 399 гг. до н.э.)
8. Платон и его Академия (427 – 347 гг. до н.э.)
9. Учение Аристотеля (384 год до н. э.)
10. Эпикуреизм (306 год до н. э.)
11. Школа скептиков (IV век до н.э.)
12. Школа стоиков (IV век до н. э. – II век н. э.)

### ***8. Кто обосновал геоцентрическую систему мира?***

Ответ:

Птолемей.

### ***9. В каком году и кем впервые была опровергнута геоцентрическая система мира?***

Ответ:

Геоцентрическая система мира впервые была опровергнута в 1543 году Николаем Коперником.

**10. Кто считается основателем современной физики?**

Ответ:

Отцом основателем современной физики считается Г. Галилей (1564–1642 гг.).

**11. В каком году вышел в свет основополагающий труд И. Ньютона «Математические начала натуральной философии» и что в нем содержалось?**

Ответ:

В 1687 вышел в свет основополагающий труд И. Ньютона «Математические начала натуральной философии», содержащий основные понятия и аксиоматику механики, в частности представления об абсолютном пространстве и абсолютном времени, понятие состояния, массы, закон пропорциональности силы ускорению и закон всемирного тяготения.

**12\*. Что представляет собой «Лейденская банка»?**

Ответ:

Лейденская банка – это первый в своем роде электрический конденсатор, который появился на свет благодаря стараниям немецких и голландских ученых. В 1745 году подобную банку смастерил Эвальд Георг фон Клейст. Через год подобное устройство, но с некоторыми отличиями, создали в Лейденском университете. Этим устройством заинтересовался аббат Нолле из Франции, который продемонстрировал его королю. Именно благодаря демонстрации первая конструкция электрического конденсатора получила название банка из Лейдена.

До изобретения этой банки ученые вырабатывали электричество с помощью диэлектриков в виде стекла или янтаря, а также электростатических генераторов. Клейст решил провести эксперимент, зарядив электрическим зарядом воду в банке посредством штыря из железа. В то же время банка находилась на металлической тарелке. Проведя опыты, он понял, что в банке конденсируется электрический ток.

**13\*. Общая характеристика физики XX века?**

Ответ:

В начале XX века физика столкнулась с серьезными проблемами — начали возникать противоречия между старыми моделями и опытными данными. Так, например, наблюдались противоречия между классической механикой и электродинамикой при попытках измерить

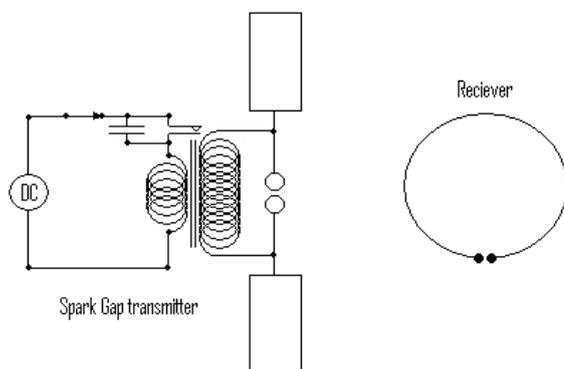
скорость света — выяснилось, что она не зависит от системы отсчёта. Физика того времени также была неспособна описать некоторые эффекты микромира, такие как атомные спектры излучений, фотоэффект, энергетическое равновесие электромагнитного излучения и вещества, спектр излучения абсолютно чёрного тела. Движение Меркурия не соответствовало ньютоновской теории тяготения; не было найдено решения и для «гравитационного парадокса». Наконец, новые явления, обнаруженные на рубеже веков — радиоактивность, электрон, рентгеновские лучи — не были теоретически объяснены. «Это целый мир, о существовании которого никто не подозревал», заявил Пуанкаре в 1900 году, и для понимания нового мира понадобился существенный пересмотр старой физики.

Ещё одной важной особенностью физики XX века стало расширение понимания единства природных сил. Уже в XIX веке появилось универсальное понятие энергии, а Максвелл объединил оптику, электричество и магнетизм. В XX веке обнаружились глубокие связи пространства и времени, вещества и излучения (частицы и волны), гравитации и геометрии, массы и энергии и многие другие взаимоотношения. Появилось немало новых разделов физики — теория относительности, квантовая механика, атомная физика, электроника, аэродинамика, радиофизика, физика плазмы, астрофизика, космология и другие.

#### **14\*. Схема передатчика Герца (Искровой передатчик)?**

Ответ:

В 1888—1889 годах Генрих Герц экспериментально подтвердил теорию Максвелла о существовании электромагнитных волн. Для этого им были сконструированы передатчик, включающий в себя источник питания постоянного тока, катушку Румкорфа и антенну направленного действия — симметричный вибратор, а также простейший приёмник — рамочную антенну с малым искровым промежутком, выполнявшим функции индикатора (детектора) волн:



#### **15. Кто предложил термин «электрон»?**

Ответ::

Стоуни предложил термин «электрон» (1874 год).

### Физика ядерных реакторов

1. Сколько необходимо добыть природного урана, чтобы получить 1 т обогащенного урана с обогащением 2 % при содержании в отвальном топливе урана 0,25 %?

Ответ: Соотношение между массами природного урана и обогащенного имеет вид:

$$m_U = m_{U}^{об} \frac{x - x_{омс}}{x_o - x_{омс}}, \text{ где } x_{омс} - \text{содержание отвального урана, } x_o - \text{исходное}$$

содержание урана-253 в природном уране,  $x$  - обогащение урана. Тогда

$$m_U = 1 \frac{2 - 0,25}{0,71 - 0,25} = 1,63 \text{ т.}$$

2. Сколько выгорает  $^{235}\text{U}$  и  $^{239}\text{Pu}$  при получении 1,2 МВт \* сут энергии в ядерном реакторе на тепловых нейтронах?

Ответ: При делении одного ядра  $^{235}\text{U}$  или  $^{239}\text{Pu}$  выделяется энергия примерно  $200 \text{ МэВ} = 3,7 \cdot 10^{-22} \text{ МВт} \cdot \text{сут}$ , то для получения 1 МВт·сут нужно разделить  $2,7 \cdot 10^{21}$  ядер, а сжечь в  $(1 + \alpha)$  раз, где  $\alpha$  - отношение сечений радиационного захвата нейтронов и деления. Тогда масса делящегося нуклида равна  $2,7 \cdot 10^{21} (1 + \alpha) A / N_A$  г. Подставляя значения массового числа  $A$  и  $\alpha = 0,17$  для  $^{235}\text{U}$  и  $\alpha = 0,42$  для  $^{239}\text{Pu}$ , получаем 1,23 г урана и 1,52 г плутония.

3. Какое количество  $^{235}\text{U}$  разделится и превратится в  $^{236}\text{U}$  за 1 год работы ядерного реактора на тепловых нейтронах на мощности 150 МВт?

Ответ: За один год работы на мощности 150 МВт разделится

$$m_{дел} = 1,05 \cdot 150 \cdot 365 = 57,7 \text{ кг } ^{235}\text{U}. \quad \text{Количество выгоревшего U}$$

$$m_{бвг} = 1,05 \cdot (1 + 0,17) \cdot 150 \cdot 365 = 67,2 \text{ кг } ^{235}\text{U}. \quad \text{В результате радиационного захвата в } ^{236}\text{U} \text{ превратится } 67,2 - 57,7 = 9,7 \text{ кг}$$

4. Ядерный реактор на тепловых нейтронах выработал  $2 \cdot 10^5$  МВт\*ч на мощности 50 МВт. Определить скорость выгорания урана за единицу времени.

Ответ: Ядерный реактор работал в течение  $t = Q / N = 4000$  ч. За это время выгорело  $m_{бвг} = 1,23 \cdot 2 \cdot 10^5 / 24 = 10,2$  кг урана. Скорость выгорания при работе на стационарной мощности равна  $m_{бвг} / t = 2,55 \text{ г/ч} = 0,71 \text{ мг/с}$

5. Ядерный реактор с первоначальной загрузкой 3 т урана, обогащенного до 2 %  $^{235}\text{U}$ , выработал  $4,1 \cdot 10^5$  МВт\*ч. Определить глубину выгорания урана.

Ответ:  $m_{бвг} = 0,051 \cdot 4,1 \cdot 10^5 = 21$  кг, где 0,051 представляет удельный расход топлива. Следовательно, глубина выгорания по урану равна  $z = 21/3 = 7$  кг/т. При загрузке 3 т урана с обогащением 2% масса делящегося изотопа составляет  $0,02 \cdot 3 \cdot 10^3 = 60$  кг. Таким образом, глубина выгорания  $z_0$  составляет 35%.

6. Определить глубину выгорания топлива в ВВЭР-440 за 300 эф.суток работы при начальной загрузке  $^{235}\text{U}$  1028 кг (всего топлива 42 тонн)

Ответ: Масса выгоревшего топлива  $m_{бвг} = 1,23 \cdot 1375 \cdot 300 = 507,38$  кг, глубина выгорания урана  $z = 507,38/42 = 12,08$  кг / т,  $z_0 = m_{бвг} / m_{U235} = 507,38 / 1028 = 0,49 = 49\%$

7. Оценить удельный расход ядерного топлива в топливном цикле при однократном использовании обогащенного урана в ядерных реакторах типа ВВЭР при начальном обогащении 3%, если в отвале обогатительного производства 0,25%, в природном уране 0,71%, средняя глубина выгорания урана 30 МВт\*сут/кг, КПД АЭС 30%

Ответ: Удельный расход ядерного топлива

$$q_U = \frac{1}{24B\eta} \frac{x - x_{отв}}{x_0 - x_{отв}} \frac{\Gamma}{\text{кВт}\cdot\text{ч}}, B = \frac{Q}{m_{\text{топлива}}} = \frac{Nt}{m_{\text{топлива}}} \frac{\text{МВт}\cdot\text{сут}}{\text{т}}, \text{ где } B - \text{глубина}$$

выгорания,  $\eta$  - КПД установки,  $x_{отв}$  - содержание отвального урана,  $x_0$  - исходное содержание урана-235 в природном уране,  $x$  - обогащение урана.

$$q_U = \frac{1}{24 \cdot 30 \cdot 0,3} \frac{3,0 - 0,25}{0,71 - 0,25} \frac{\Gamma}{\text{кВт}\cdot\text{ч}} = 28 \cdot 10^3 \frac{\Gamma}{\text{МВт}\cdot\text{ч}} \approx 670 \frac{\Gamma}{\text{МВт}\cdot\text{ч}}$$

8. Какой процент  $^{238}\text{U}$  может быть использован в природном уране при работе ядерного реактора на тепловых нейтронах, имеющего коэффициент воспроизводства 0,8?

Ответ: При выгорании  $m_{\text{был}}^{U-235}$  кг образуется плутоний, массой

$$m_{\text{был}}^{Pu-239} = KB \cdot m_{\text{был}}^{U-235}, KB - \text{коэффициент воспроизводства, который выгорая дает}$$

$KB^2 \cdot m_{\text{был}}^{U-235}$  плутония и т.д. При совместном выгорании  $^{235}\text{U}$  и  $^{239}\text{Pu}$  суммарно

$$\text{выгорает } m_{\text{был}}^{Pu,U} = m_{\text{был}}^{U-235} + KB \cdot m_{\text{был}}^{U-235} + KB^2 \cdot m_{\text{был}}^{U-235} + \dots = \frac{m_{\text{был}}^{U-235}}{1 - KB} = 5m_{\text{был}}^{U-235}. \text{ Из этого}$$

выгоревшего топлива на вторичное приходится

$$m_{\text{был}}^{Pu} = m_{\text{был}}^{Pu-239, U-235} - m_{\text{был}}^{U-235} = \frac{KB}{1 - KB} \cdot m_{\text{был}}^{U-235} = 4m_{\text{был}}^{U-235}. \text{ Если предположить, что}$$

выгорает весь  $^{235}\text{U}$ , содержащийся в природном уране в количестве 0,7%, то при этом используется также  $^{238}\text{U}$  (после превращения его в  $^{239}\text{Pu}$ ) в количестве  $4 \cdot 0,7\% = 2,8\%$ . Таким образом, может быть использовано 0,7%  $^{235}\text{U}$  и 2,8%  $^{238}\text{U}$

9. В реакторе-размножителе, имеющем коэффициент воспроизводства 1,5, загруженное топливо массой  $m_0$  выгорает за 5 лет. Чему равен годовой прирост топлива?

Ответ: накопление вторичного топлива за 5 лет составляет

$$m = KB \cdot m_0 = 1,5m_0. \text{ Прирост за 5 лет равен}$$

$$\frac{m - m_0}{m_0} = \frac{KB \cdot m_0 - m_0}{m_0} = KB - 1 = 0,5 = 50\%, \text{ что составляет } 50/5 = 10\% \text{ в год}$$

10. Сколько  $^{239}\text{Pu}$  образуется за год работы АЭС, имеющей коэффициент воспроизводства 0,6?

Ответ: Из табличных данных известно, что удельный расход первичного топлива на АЭС равен 0,18 г/(МВт\*ч), то есть на 1 МВт\*ч получаемой электрической энергии образуется  $0,18 \cdot 239 / 235 = 0,11$  г  $^{239}\text{Pu}$ , что за год работы АЭС даст массу плутония  $^{239}\text{Pu}$ , равную  $0,11 \cdot 500 \cdot 7000 = 385$  кг, при учете, что АЭС работает 7000 часов за год.

11. Быстрый ядерный реактор с плутониевым циклом имеет коэффициент воспроизводства 1,5, электрическая мощность 1000 МВт, КПД 40% и работает в течение года 7000 ч. Сколько плутония нарабатывает ядерный реактор за год?

Ответ: Тепловая мощность ядерного реактора  $N = 1000 / 0,4 = 2500$  МВт.

Энерговыработка за год  $Q = 2500 \cdot 7000 = 17,5 \cdot 10^6$  МВт·ч/г, масса выгоревшего

топлива  $m_{\text{выз}} = 0,063 \cdot 17,5 \cdot 10^6 = 1650$  кг/год. Таким образом, дополнительная наработка нового топлива  $1650 - 1100 = 550$  кг.

12. Ядерный реактор наработал 50000 МВт\*ч. Сколько шлаков (без учета  $^{236}\text{U}$ ) накопилось в активной зоне?

$$\text{Ответ: } m_{\text{оск}} = 1,05 \cdot 5 \cdot 10^4 / 24 = 2,2 \text{ кг}$$

13. Оценить относительную потерю нейтронов в шлаках для четырех ядерных реакторов с различным спектром нейтронов после деления 10% топлива. Энергия нейтронов, производящих деление, равна 0,025 эВ. Отношение

сечения поглощения нейтронов в топливе и в шлаках  $\frac{\sigma_f^{\text{мон}}}{2\sigma_a^{\text{ул}}} = 14,5$ , отношение

сечений радиационного захвата нейтронов к сечению деления ядер топлива  $\alpha = 0,17$

Ответ: Поскольку при делении каждого ядра образуется в среднем два осколка, то после деления  $0,1N_{\text{мон}}$  ядер/см<sup>3</sup> концентрация шлаков будет в 2 раза больше  $2 \cdot 0,1N_{\text{мон}}$  ядер/см<sup>3</sup>. При плотности потока нейтронов  $\Phi$  в шлаках будет поглощаться

$\Phi \sigma_a^{\text{ул}} N_{\text{ул}} = \Phi \sigma_a^{\text{ул}} \cdot 2 \cdot 0,1N_{\text{мон}}$  нейтр/(см<sup>3</sup>·с), а в топливе, концентрация которого уменьшится на 10%, будет поглощаться  $\Phi \sigma_a^{\text{мон}} 0,9N_{\text{мон}}$  нейтр/(см<sup>3</sup>·с).

Относительная потеря нейтронов в шлаках составит

$$\frac{\Phi \sigma_a^{\text{ул}} N_{\text{ул}}}{\Phi \sigma_a^{\text{ул}} N_{\text{ул}} + \Phi \sigma_a^{\text{мон}} 0,9N_{\text{мон}}} = \frac{1}{1 + 9 \frac{\sigma_a^{\text{мон}}}{2\sigma_a^{\text{ул}}}} = \frac{1}{1 + 9(1 + \alpha) \frac{\sigma_f^{\text{мон}}}{2\sigma_a^{\text{ул}}}}. \quad \text{Подставляя}$$

численные значения, получим 0,9%

14. Оценить относительную потерю нейтронов в шлаках для ядерного реактора на нейтронах после деления 10% топлива. Энергия нейтронов, производящих деление, равна 10 кэВ. Отношение сечения поглощения нейтронов в топливе

и в шлаках  $\frac{\sigma_f^{\text{мон}}}{2\sigma_a^{\text{ул}}} = 7,8$ , отношение сечений радиационного захвата нейтронов к

сечению деления ядер топлива  $\alpha = 0,35$

Ответ: Поскольку при делении каждого ядра образуется в среднем два осколка, то после деления  $0,1N_{\text{мон}}$  ядер/см<sup>3</sup> концентрация шлаков будет в 2 раза больше  $2 \cdot 0,1N_{\text{мон}}$  ядер/см<sup>3</sup>. При плотности потока нейтронов  $\Phi$  в шлаках будет поглощаться

$\Phi \sigma_a^{\text{ул}} N_{\text{ул}} = \Phi \sigma_a^{\text{ул}} \cdot 2 \cdot 0,1N_{\text{мон}}$  нейтр/(см<sup>3</sup>·с), а в топливе, концентрация которого уменьшится на 10%, будет поглощаться  $\Phi \sigma_a^{\text{мон}} 0,9N_{\text{мон}}$  нейтр/(см<sup>3</sup>·с).

Относительная потеря нейтронов в шлаках составит

$$\frac{\Phi \sigma_a^{\text{ул}} N_{\text{ул}}}{\Phi \sigma_a^{\text{ул}} N_{\text{ул}} + \Phi \sigma_a^{\text{мон}} 0,9N_{\text{мон}}} = \frac{1}{1 + 9 \frac{\sigma_a^{\text{мон}}}{2\sigma_a^{\text{ул}}}} = \frac{1}{1 + 9(1 + \alpha) \frac{\sigma_f^{\text{мон}}}{2\sigma_a^{\text{ул}}}}. \quad \text{Подставляя}$$

численные значения, получим 1,1%

15. Оценить относительную потерю нейтронов в шлаках для ядерного реактора на нейтронах после деления 10% топлива. Энергия нейтронов, производящих деление, равна 1 МэВ. Отношение сечения поглощения нейтронов в топливе и

в шлаках  $\frac{\sigma_f^{mon}}{2\sigma_a^{uhl}} = 14,4$ , отношение сечений радиационного захвата нейтронов к сечению деления ядер топлива  $\alpha = 0,08$

Ответ: Поскольку при делении каждого ядра образуется в среднем два осколка, то после деления  $0,1N_{mon}$  ядер/см<sup>3</sup> концентрация шлаков будет в 2 раза больше  $2 \cdot 0,1N_{mon}$  ядер/см<sup>3</sup>. При плотности потока нейтронов  $\Phi$  в шлаках будет поглощаться

$\Phi \sigma_a^{uhl} N_{uhl} = \Phi \sigma_a^{uhl} \cdot 2 \cdot 0,1N_{mon}$  нейтр/(см<sup>3</sup>·с), а в топливе, концентрация которого уменьшится на 10%, будет поглощаться  $\Phi \sigma_a^{mon} 0,9N_{mon}$  нейтр/(см<sup>3</sup>·с).

Относительная потеря нейтронов в шлаках составит

$$\frac{\Phi \sigma_a^{uhl} N_{uhl}}{\Phi \sigma_a^{uhl} N_{uhl} + \Phi \sigma_a^{mon} 0,9N_{mon}} = \frac{1}{1 + 9 \frac{\sigma_a^{mon}}{2\sigma_a^{uhl}}} = \frac{1}{1 + 9(1 + \alpha) \frac{\sigma_f^{mon}}{2\sigma_a^{uhl}}}. \quad \text{Подставляя}$$

численные значения, получим 0,7%

16. С какой скоростью разлетаются в момент деления осколки <sup>235</sup>U при симметричном делении?

Ответ: Будем считать, что вся энергия, выделяемая в делении ядра <sup>235</sup>U, равная 200 МэВ, распределяется между осколками с массовым числом A=118, поровну.

Скорость осколка равна

$$v = \sqrt{\frac{2E}{Am}} = c \sqrt{\frac{2E}{Amc^2}} = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} \sqrt{\frac{2 \cdot 100 \text{ МэВ}}{118 \cdot 940 \text{ МэВ}}} \approx 1,27 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

17. Сколько нужно разделить <sup>235</sup>U, чтобы получить энергию, соответствующую 1 г вещества?

Ответ: Энергия, соответствующая 1 г вещества равна  $E = mc^2 = 9 \cdot 10^{13} \text{ Дж} = 56,2 \cdot 10^{25} \text{ МэВ}$ . Учитывая, что при делении одного ядра урана выделяется энергия примерно в 200 МэВ, можно найти число ядер

урана  $N_U = \frac{56,2 \cdot 10^{25}}{200} = 28,1 \cdot 10^{23}$  ядер, масса

$$m_U = N_U / N_A \cdot M_U = \frac{28,1 \cdot 10^{23}}{6 \cdot 10^{23}} \cdot 235 = 1100 \text{ г} = 1,1 \text{ кг}$$

18. Сколько альфа-распадов происходит в 1 ч в 1 г <sup>238</sup>U? Период полураспада по отношению к альфа распаду 4,5 млрд лет,

Ответ:  $4,6 \cdot 10^{10}$

19. Определить количество делений и поглощений без деления за 1 с в размножающей среде с <sup>235</sup>U, где плотность тепловых нейтронов равна  $10^6$  нейтр/см<sup>3</sup>, а концентрация топлива  $5 \cdot 10^{18}$  ядер/см<sup>3</sup>? Сечение деления ядер <sup>235</sup>U равно 582 бн, сечение радиационного захвата 101 бн

Ответ: Скорость тепловых нейтронов составляет  $v = 2,2 \cdot 10^5$  см/с, количество делений определяется как  $\nu \sigma_f N_U = 10^6 \cdot 2,2 \cdot 10^5 \cdot 582 \cdot 10^{-24} \cdot 5 \cdot 10^{18} = 6,4 \cdot 10^8$  дел/(с·см<sup>3</sup>). Количество поглощений без деления <sup>235</sup>U равно  $1,1 \cdot 10^8$  погл/(с·см<sup>3</sup>)

20. В активную зону ядерного реактора в гомогенной смеси загружены <sup>235</sup>U и замедлитель <sup>9</sup>Be. Отношение числа ядер урана к бериллию составляет 0,4 %. Определить отношение масс топлива и замедлителя.

Ответ: Для веществ в гомогенной смеси количество ядер

$$N_{\text{я}} = \frac{m}{V} \cdot \frac{N_A}{A}, \quad N_A - \text{число Авогадро. Отношение масс урана к бериллию}$$

составит  $\frac{m_U}{m_{Be}} = \frac{N_U}{N_{Be}} \cdot \frac{A_U}{A_{Be}} = 0,004 \cdot \frac{235}{9} = 0,104 = 10,4\%$

21. Ядерный реактор работает на мощности 5 МВт. Потеря нейтронов в результате поглощения без деления составляет 45 %. Сколько нейтронов вылетает за пределы активной зоны?

Ответ: Из каждых примерно 2,5 нейтронов, рождающихся при делении ядра урана, один расходуется на поддержание цепной ядерной реакции:  $0,45 \cdot 2,5 = 1,1$  - поглощается без деления и  $2,5 - (1,0 + 1,1) = 0,4$  нейтрона, то есть 16 % вылетает из активной зоны. При работе ядерного реактора на мощности 5 МВт происходит  $3,1 \cdot 10^{13} \cdot 5 \cdot 10^3 \approx 1,6 \cdot 10^{17}$  дел/с, так как 1 кВт соответствует  $3,1 \cdot 10^{13}$  дел/с. Следовательно из активной зоны вылетает  $1,6 \cdot 10^{17} \cdot 0,4 = 6,4 \cdot 10^{16}$  нейтр / с.

22. На сколько процентов увеличивается количество деления в каждом очередном поколении при реактивности +0.003?

Ответ: на 0,3 %

23. Определить возраст нейтронов в ядерном реакторе с графитовым замедлителем при энергии нейтронов 10 эВ.

Ответ: 14 см

24. Определить коэффициент размножения критического ядерного реактора на тепловых нейтронах, вероятность утечки нейтронов из которого равна 5 %

Ответ: 1,0526

25. Плотность нейтронов с энергией 0,025 эВ равна  $10^5$  нейтр/см<sup>3</sup>, а с энергией 1 кэВ равна  $10^3$  нейтр/см<sup>3</sup>. Плотность потока каких нейтронов больше и во сколько раз?

Ответ: Плотность потока нейтронов  $\Phi = n v$ , где скорость нейтронов равна  $v = \sqrt{\frac{2E}{m}}$ . Отношение плотности потока нейтронов  $\frac{\Phi_1}{\Phi_2} = \frac{n_1}{n_2} \sqrt{\frac{E_1}{E_2}} = 0,5$ .

## Физические основы ядерной энергетики

### 1. Что такое ядерный реактор и какие элементы он включает?

Ядерным реактором называется устройство, в котором может происходить самоподдерживающаяся ядерная цепная реакция деления ядер тяжёлых элементов под действием нейтронов.

Любой ядерный реактор включает в себя пять основных элементов: а) делящегося вещества; б) замедлителя быстрых нейтронов; в) отражателя нейтронов; г) системы охлаждения; д) систем безопасности и регулирования.

### 2. По каким признакам классифицируются ядерные реакторы?

Классификацию ядерных реакторов можно провести по ряду признаков. 1. По характеру использования. 2. По спектру нейтронов. 3. По размещению топлива. 4. По виду топлива. 5. По степени обогащения. 6. По химическому составу. 7. По виду теплоносителя. 8. По роду замедлителя. 9. По конструкции. 10. По способу генерации пара. 11. Классификация МАГАТЭ.

**3. Назовите по каким признакам атомные реакторы на тепловых нейтронах различаются между собой и приведите классификацию данных реакторов с указанием замедлителей и теплоносителей.**

Атомные реакторы на тепловых нейтронах различаются между собой главным образом по двум признакам: какие вещества используются в качестве замедлителя нейтронов, и какие в качестве теплоносителя, с помощью которого производится отвод тепла из активной зоны реактора: 1) водо-водяные с обычной водой в качестве замедлителя и теплоносителя; 2) графито-водные с водяным теплоносителем и графитовым замедлителем; 3) тяжёловодные с водяным теплоносителем и тяжёлой водой в качестве замедлителя; 4) графито-газовые с газовым теплоносителем и графитовым замедлителем.

**4. Что такое ТВЭЛ и какие к ним предъявляют технические требования?**

Тепловыделяющие элементы (ТВЭЛы) представляют собой блоки из делящегося материала, заключенные в герметическую оболочку, слабо поглощающую нейтроны. За счет энергии деления тепловыделяющие элементы разогреваются и отражают энергию теплоносителю, который циркулирует в каналах.

К ТВЭЛам предъявляются высокие технические требования: простота конструкции; механическая устойчивость и прочность в потоке теплоносителя, обеспечивающая сохранение размеров и герметичности; малое поглощение нейтронов конструкционным материалом ТВЭЛа и минимум конструкционного материала в активной зоне; отсутствие взаимодействия ядерного топлива и продуктов деления с оболочкой ТВЭЛов, теплоносителем и замедлителем при рабочих температурах.

**5. Что такое критичность реактора, критический объем ядерного реактора и критическая масса?**

Критичность реактора – это рабочее его состояние, в котором средняя по объёму топлива плотность нейтронов в нём постоянна во времени.

Критический объём ядерного реактора – объём активной зоны реактора в критическом состоянии.

Критическая масса – масса делящегося вещества реактора, находящегося в критическом состоянии.

### ОПК-3

Способен оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ

**Период окончания формирования компетенции: 1 семестр**

Дисциплины (модули) (Блок: 5000. Б1.) ( 1 семестр)

Б1.0.11 Компьютерные технологии в науке и образовании

**Период окончания формирования компетенции: 1 семестр**

**Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:**

1) Тестовые задания с выбором ответов

**1. Основными функциями текстового редактора являются (является):**

- а) автоматическая обработка информации, представленной в текстовых файлах;
- б) копирование, перемещение, удаление и сортировка фрагментов текста;**
- в) создание, редактирование, сохранение, печать текстов;
- г) управление ресурсами ПК и процессами, использующие эти ресурсы при создании текста.

**2. Текстовый курсор – это:**

- а) устройство ввода текстовой информации;
- б) курсор мыши;
- в) вертикальная мигающая черта на экране указывает позицию ввода;**
- г) элемент отображения на экране.

**3. Для ввода, обработки, хранения и поиска графических образов бумажных документов предназначены:**

- а) системы управления проектами;
- б) системы обработки изображений документов;**
- в) системы оптического распознавания символов;
- г) системы автоматизации деловых процедур.

**4. Приложение — это ...**

- а) система программирования;
- б) операционная система;
- в) пакет (пакеты) прикладных программ;**
- г) система обработки данных.

**5. Системные программы...**

- а) управляют работой аппаратных средств и обеспечивают услуги пользователя и его прикладные комплексы**
- б) игры, драйверы, трансляторы
- в) программы, которые хранятся на жёстком диске
- г) управляют работой ЭВМ с помощью электрических импульсов

**6. Наиболее известными способами представления графической информации являются:**

- а) точечный и пиксельный;
- б) векторный и растровый;**
- в) параметрический и структурированный;
- г) физический и логический.

**7. Основное назначение электронных таблиц-**

- а) редактировать и форматировать текстовые документы;
- б) хранить большие объемы информации;
- в) выполнять расчет по формулам;**
- г) нет правильного ответа.

**8. Как называется документ в программе Excel?**

- а) рабочая таблица ;
- б) книга;**
- в) страница;
- г) лист;

**9. Относительная ссылка в электронной таблице это:**

- а) ссылка на другую таблицу;
- б) ссылка, полученная в результате копирования формулы;
- в) когда адрес, на который ссылается формула, изменяется при копировании формулы;**
- г) когда адрес, на который ссылается формула, при копировании не изменяется.

**10. Основным элементом электронных таблиц является...**

- а) строка;
- б) лист;
- в) столбец;
- г) ячейка.**

**11. Ячейка в MS Excel не может содержать данные в виде...**

- а) текста;
- б) формулы;
- в) числа;
- г) картинки;**

**12. Что не является типовой диаграммой в таблице MS Excel?**

- а) круговая;
- б) сетка;**
- в) гистограмма;
- г) график;

**13. К какой категории относится функция ЕСЛИ в MS Excel?**

- а) математической;
- б) статистической;
- в) логической;**
- г) календарной.

**14. Как понимать сообщение # знач! при вычислении формулы в MS Excel?**

- а) формула использует несуществующее имя;
- б) формула ссылается на несуществующую ячейку;
- в) ошибка при вычислении функции ;**
- г) ошибка в числе.

**15. Числовое выражение 15,7E+4 из электронной таблицы означает число:**

- а) 157000**
- б) 157,4
- в) 0,00157
- г)  $15,7 \cdot 2,17^4$

**16. Microsoft PowerPoint нужен для:**

- а) Создания и редактирования текстов и рисунков.
- б) Для создания таблиц.
- в) Для создания презентаций и фильмов из слайдов**
- г) Для создания текстов с формулами

17. Отметьте проприетарную систему компьютерной математики.

Ответ:

- а) Axiom

- б) Eigenmath
- в) Maple**
- г) Maxima

18. При создании Maxima использовался язык программирования

**Ответ:**

- а) Algol
- б) C
- в) Fortran
- г) Lisp**

19. Завершение ввода строки в Maxima символом "\$" позволяет...

- а) отложить вычисление введённого выражения.
- б) вычислить результат введённого выражения, но не выводить его на экран.**
- в) вычислить результат введённого выражения и вывести его на экран
- г) пропустить строку без вычислений

20. Присвоение переменной значения в Maxima осуществляется с помощью оператора

- а) :=
- б) =
- в) :**
- г) ==

1) Тестовые задания без выбора ответов

**1 Что такое компьютерная математика?**

Ответ:

область математики, лежащая на стыке алгебры и вычислительных методов

**2 Какие методы использует система компьютерной математики Maxima?**

Ответ: методы численного и символьного вычисления математических выражений

**3. Какими возможностями обладают современные системы компьютерной математики?**

Ответ: Имеются основные символьные (математические) объекты: полиномы, ряды, рациональные функции, выражения общего вида, векторы, матрицы; системы используют целые, рациональные, вещественные, комплексные числа. Позволяют решать задачи математического анализа, линейной алгебры

**4. Укажите команду вычисления обратной матрицы  $A$  в Maxima:**

Ответ: `invert(A)` или  $A^{-1}$

**5. В каком методе для вычисления производных на каждом шаге поиска используется численное дифференцирование:**

Ответ: Модифицированный метод Ньютона (метод секущих)

**6. Какие основные свойства информации вы знаете?**

1. **Репрезентативность** – правильность отбора и формирования информации для адекватного отражения свойств объекта
2. **Содержательность** – отражение семантической емкости информации
3. **Полнота** – минимальный, но достаточный для принятия решения набор показателей
4. **Актуальность** – степень сохранения ценности информации в момент ее использования
5. **Своевременность** – поступление информации не позже установленного времени для решения данной задачи
6. **Точность** – степень близости к реальному состоянию объекта, процесса, явления
7. **Достоверность** – отражение реально существующих объектов с необходимой точностью
8. **Устойчивость** – способность реагировать на изменение исходных данных без нарушения необходимой точности

**7. Что такое информационные технологии?**

Ответ: Информационная технология — это совокупность методов, производственных процессов и программно-технических средств, объединенных в технологическую цепочку, обеспечивающую сбор, хранение, обработку, вывод и распространение информации для снижения трудоемкости процессов использования информационных ресурсов, повышения их надежности и оперативности.

**8. Какие процессы происходят в информационной системе?**

Ответ: Процессы в информационной системе: ввод информации из внешних и внутренних источников; обработка входящей информации; хранение информации для последующего ее использования; вывод информации в удобном для пользователя виде; обратная связь, т.е. представление информации, переработанной в данной организации, для корректировки входящей информации.

**9. Какие компьютерные технологии используются на этапе сбора и предварительной обработки научно-технической информации?**

Научные исследования начинаются со сбора и предварительной обработки НИИ по теме исследования. Эта информация может включать сведения о достижениях в исследуемой области, об оригинальных идеях, об открытых эффектах, научных разработках, технических решениях и т.д.

Основным источником информации являются научные документы, которые по способу представления могут быть текстовыми, графическими, аудиовизуальными и машиночитаемыми. Основой является работа с научно-техническими документами, которая включает поиск, ознакомление, проработку документов и систематизацию информации.

Поиск выполняется по каталогам, реферативным и библиографическим изданиям. Автоматизация этой процедуры обеспечивается использованием специализированных информационно-поисковых систем (ИПС) библиотек и научно-исследовательских институтов (НИИ), электронных каталогов, поиском в машиночитаемых базах данных (БД), а также с помощью программ поиска в сетях **Internet**.

В проработке и автоматизации НТИ преобладают операции: формирование выписок - создание картотеки; извлечение фрагментов документов с помощью средств текстовых редакторов; создание гипертекстовых документов (структурированных). Здесь могут быть использованы интегрированные системы **M/Office**, создание локальных (по проблеме) БД и баз знаний (БЗ).

### 10. Какие компьютерные технологии применяются в теоретических исследованиях?

Наиболее часто используются вычислительные технологии, связанные с проведением математических расчетов. Программное обеспечение для данного направления условно делится на следующие категории:

1. *Библиотеки программ* для численного анализа, которые также делятся на библиотеки общего назначения (пакеты **SSP, NAG**) и узко специализированные пакеты, ориентированные на решение определенного класса задач (**Micro Way** - матрицы, преобразование Фурье).
2. *Специализированные системы* для математических расчетов и графического манипулирования данными и представления результатов, например **Statistica**.
3. *Диалоговые системы* математических вычислений с декларативными языками, позволяющими формулировать задачи естественным образом (**Maxima, MathCad, Matlab, Mathematica**).
4. *Электронные таблицы* (ЭТ), которые позволяют выполнять различные расчеты с данными, представленными в табличной форме (**Supercalc, Excel**).

### 11. Какие компьютерные технологии используются в оформлении результатов научных исследований?

В оформлении результатов научных исследований в настоящее время широко используются средства вычислительной техники. Обычно процесс создания научного документа включает:

1. Подготовку текстовой части, содержащей формулы и спецсимволы.
2. Формирование таблиц и их графическое отображение.
3. Подготовку иллюстраций в виде схем, рисунков, чертежей, графиков, диаграмм.
4. Грамматический и лексический контроль.
5. Импорт рисунков и графических изображений из других систем.
6. Прямой и обратный переводы.
7. Форматирование документа и печать.

Названные операции в основном поддерживаются текстовыми и табличными процессорами общего назначения, системами грамматического контроля, автоматизированного перевода, а также комплексными и интегрированными системами.

**ПК-1**

Способен к созданию теоретических и математических моделей, описывающих конденсированное состояние вещества, распространение и взаимодействие излучения с веществом

**Период окончания формирования компетенции: 4 семестр**Дисциплины (модули) (Блок: 5000. Б1.)

Б1.В.13 Теория переноса излучений	2 семестр	
Б1.В.05 Машины и оборудование АЭС	3 семестр	
Б1.В.12 Ядерные модели	4 семестр	
Б1.В.12 Ядерные модели		4
семестр		
Б1.В.14 Безопасность и контроль в физике ядерных реакторов		

Дисциплины (модули) (Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.2)

Б1.В.ДВ.02.01 Эксплуатационная безопасность и контроль АЭС		3
семестр		

Дисциплины (модули) (Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.3)

Б1.В.ДВ.03.01 Кинетика ядерных реакторов		2 семестр
--	--	-----------

Дисциплины (модули) (Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.4)

Б1.В.ДВ.04.01 Физический практикум по резонансным методам исследования		4 семестр
--	--	-----------

Дисциплины (модули) (Блок: 6000. Б2.Практика)

Б2.В.01(У) Учебная практика ознакомительная		1
семестр		
Б2.В.02(Н) Производственная практика, научно-исследовательская работа		1, 2, 3
семестр		

Дисциплины (модули) (Блок: 7000. Б3.Государственная итоговая аттестация)

Б3.01(Д) Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы		4 семестр
---	--	-----------

Дисциплины (модули) (Блок: 8000. ФТД.Факультативные дисциплины)

ФТД.01 Теория систем многих частиц	2 семестр
ФТД.02 Фундаментальные взаимодействия	2 семестр

**Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:**

- 1) Тестовые задания с выбором ответов

Теория переноса излучений

1. Основным эффектом, определяющим распространение гамма квантов в свинце при энергии  $<100$  кэВ является
  - a. Комptonовское рассеяние
  - b. Упругое рассеяние
  - c. Фотопоглощение
  - d. Рождение пар
2. Замедление нейтронов до тепловых энергий может происходить за счет ... взаимодействия с ядрами
  - a. Упругого потенциального
  - b. Неупругого
  - c. Резонансного
  - d. Всех вышеперечисленных
3. Основным эффектом, определяющим распространение гамма квантов в воде при энергии  $>1$  МэВ является
  - e. Комptonовское рассеяние
  - f. Упругое рассеяние
  - g. Фотопоглощение
  - h. Рождение пар
4. Упругое рассеяние нейтронов на ядрах вещества является в общем случае
  - a. Симметричным, не зависящим от атомной массы
  - b. Несимметричным, не зависящим от атомной массы
  - c. Симметричным, но зависящим от атомной массы
  - d. Несимметричным, зависящим от атомной массы
5. Какие эффекты определяют распространение легких заряженных частиц (электронов, позитронов и т.д.) в веществе?
  - a. Рассеяние в поле атомного ядра и электронов оболочки атома
  - b. Потери на возбуждение атомов среды.
  - c. Потери на ионизацию атомов среды.
  - d. Множественное кулоновское рассеяние и ионизационные потери.
6. Как зависит сечение фотопоглощения от атомного номера  $Z$ ?
  - a. Пропорционально  $Z$ .
  - b. Пропорционально  $Z^{4.5}$ .
  - c. Пропорционально  $Z^2$ .
  - d. Пропорционально  $Z^3$ .
7. Как связаны величины длины диффузии нейтронов  $L$  и среднего смещения нейтрона от точки рождения  $R$ ?
  - a.  $L=R$
  - b.  $L=0.5R$
  - c.  $L^2=\frac{1}{6}R^2$
  - d.  $L^2=\frac{1}{3}R^2$
8. Как связаны величины квадрата длины замедления (возраста) нейтронов  $\tau$  и среднего смещения нейтрона от точки рождения  $R$ ?
  - a.  $\tau=R$
  - b.  $\tau=\frac{1}{6}R^2$
  - c.  $\tau=0.5R$

d.  $\tau = \frac{1}{3}R^2$

9. Плотность тока нейтронов – это
- Сумма числа нейтронов, проходящих через поверхность единичной площади, в двух противоположных направлениях, перпендикулярных поверхности, за единицу времени
  - Разность числа нейтронов, проходящих через поверхность единичной площади, в двух противоположных направлениях за единицу времени
  - Сумма числа нейтронов, проходящих через поверхность единичной площади, в двух противоположных направлениях за единицу времени
  - Разность числа нейтронов, проходящих через поверхность единичной площади, в двух противоположных направлениях, перпендикулярных поверхности, за единицу времени
10. Плотность потока частиц определяет
- Количество частиц, проходящих через поверхность единичной площади за единицу времени.
  - Количество частиц, проходящих через поверхность единичной площади за единицу времени в определенном направлении.
  - Количество частиц, проходящих через поверхность единичной площади за единицу времени и имеющих определенную энергию.
  - Количество частиц, проходящих через поверхность единичной площади.
11. Какой формулой описываются средние потери энергии заряженной частицы на единице длины пути в веществе?
- Формулой Резерфорда
  - Формулой Комптона
  - Формулой Бете-Блоха
  - Формулой Мольера
12. Макроскопическое сечение взаимодействия частиц с веществом – это
- Полное сечение взаимодействия частицы с ядром
  - Сечение взаимодействия со всеми ядрами в веществе.
  - Среднее количество взаимодействий с атомными ядрами на единице длины пути в веществе.
  - Среднее количество взаимодействий с атомными ядрами за единицу времени.
13. Что называют пиком Брэгга при распространении тяжелых заряженных частиц в веществе?
- Форму угловой зависимости при многократном упругом рассеянии.
  - Форму угловой зависимости при многократном неупругом рассеянии.
  - Резкий рост радиационных потерь
  - Резкое возрастание ионизационных потерь в конце пробега частиц.
14. Что содержит наиболее полную информацию о стационарном поле излучения?
- Плотность потока частиц
  - Угловая зависимость плотности потока частиц
  - Энергетическая зависимость плотности потока частиц.
  - Энергетически-угловая плотность потока частиц

15. Почему средний угол отклонения от первоначального направления для тяжелых заряженных частиц много меньше, чем у легких, при одинаковых пробегах?
- Легкие заряженные частицы сильнее взаимодействуют с атомами.
  - Тяжелые заряженные частицы сильнее взаимодействуют с атомами.
  - Отклонение тяжелых заряженных частиц мало в силу законов сохранения импульса и энергии.
  - Отклонение легких заряженных частиц велико в силу большей вероятности ионизации.

#### Машины и оборудование АЭС

1) Основная цель срабатывания ускоренная предупредительная защита (УПЗ) — это

*А) состоит в сохранении динамической устойчивости энергоблока при выполнении приемочных критериев, которые обеспечивают отсутствие повреждения ТВЭЛов.*

*Б) Останов реактора, предотвращение аварии.*

2) Управляющие стержни созданы из

*А) из материала с высоким сечением захвата нейтронов (кадмий, гафний, бор).*

*Б) из материала с низким сечением захвата нейтронов (D<sub>2</sub>O, В).*

*В) разных материалов.*

3) Для чего в конструкции ядерного реактора предусмотрен отражатель?

*А) для отражения нейтронов.*

*Б) для отражения протонов.*

*В) для отражения тяжелых заряженных частиц*

*Г) все вышеперечисленное.*

4) Полярный кран, находящийся в зоне контролируемого доступа (ЗКД) предназначен для? (несколько вариантов ответа)

*А) выполнения транспортно-технологических и ремонтных задач по обслуживанию атомного реактора.*

*Б) выполнения подъёмно-транспортных и строительно-монтажных операций в период строительства АЭС.*

*В) перегрузка топлива.*

*Г) все вышеперечисленное.*

5) Циркуляцию чего обеспечивают главный циркуляционный насос?

*А) теплоносителя.*

*Б) поглотителя.*

*В) воды второго контура.*

*Г) в зависимости от типа АЭС.*

6) Сепараторы-пароперегреватели (СПП) – это

*А) атомных электрических станций с комплектующим оборудованием предназначены для осушки и перегрева пара, поступающего после цилиндра высокого давления турбины, работающей на насыщенном паре.*

Б) атомных электрических станций с комплектующим оборудованием предназначены для осаждение пара, поступающего после цилиндра высокого давления турбины, работающей на перенасыщенном паре.

7) Парогенератор в схеме атомной станции является.

А) теплообменный аппарат, является частью реакторной установки и относится к изделиям первого класса безопасности.

Б) теплообменный аппарат, является частью реакторной установки и относится к изделиям второго класса безопасности.

В) теплообменный аппарат, является частью реакторной установки и относится к изделиям третьего класса безопасности.

8) Что называется первым «толчком» турбины?

А) Процесс, в котором реактор выработал пар для пробного прокручивания турбины.

Б) Процесс, в котором реактор выработал пар для выхода в рамки номинальной мощности.

В) Процесс, в котором реактор не выработал пар для пробного прокручивания турбины.

9) Функция турбогенератор в схеме атомной станции.

А) функция в преобразовании внутренней энергии рабочего тела в электрическую посредством вращения паровой или газовой турбины.

В) функция в преобразовании энергии ионизирующего излучения в электрическую посредством вращения паровой или газовой турбины.

10) Реакторы на тепловых нейтронах вырабатывают энергию за счет процесса деления изотопа ...

А)  $^{235}\text{U}$ .

Б)  $^{236}\text{U}$ .

В)  $^{238}\text{Pu}$ .

Г)  $^{239}\text{Pu}$ .

11) Какую функцию несет в себе пар, в первом контуре водо-водяных энергетических реакторах?

А) поглотитель.

Б) замедлитель.

В) пара в первом контуре быть не должно.

12) Места хранения ТРО на АЭС?

А) твердые и отвержденные РАО должны храниться в специальных отсеках, создаваемых с учетом характеристики отходов и упаковок.

Б) твердые и отвержденные РАО должны храниться в хранилищах на неопределенный срок.

В) не регламентируется.

13) Что такое первый инженерный барьер?

А) является консервирующая матрица

Б) металлический контейнер, в котором находится матрица с отходами.

В) выполняет материал, заполняющий пространство между контейнером и стенками подземной выработки, поверхностного карьера или скважины, куда помещают контейнер.

14) Что такое второй инженерный барьер?

А) является консервирующая матрица

Б) *металлический контейнер, в котором находится матрица с отходами.*

В) выполняет материал, заполняющий пространство между контейнером и стенками подземной выработки, поверхностного карьера или скважины, куда помещают контейнер.

15) Что такое третий инженерный барьер?

А) является консервирующая матрица

Б) *металлический контейнер, в котором находится матрица с отходами.*

В) *выполняет материал, заполняющий пространство между контейнером и стенками подземной выработки, поверхностного карьера или скважины, куда помещают контейнер.*

Ядерные модели

1. Дипольный электрический момент ядра обращается в ноль только в случае, когда спин ядра  $J$  равен:

1)  $J = 0$  или  $J = 1/2$

2)  $J$  принимает чётные значения

3) только в случае, если  $J = 0$

**4) во всех случаях**

2. Наблюдаемый квадрупольный момент несферического ядра обращается в ноль только в случае:

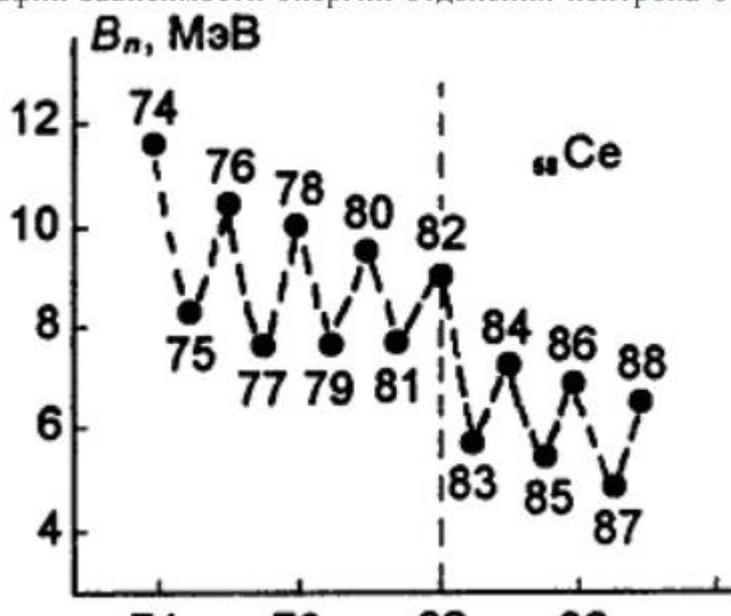
— спин ядра  $J = 0$

— спин ядра  $J = 0$  или  $J = 1$

— спин ядра  $J$  принимает четные значения

— **спин ядра  $J = 0$  или  $J = 1/2$**

3. График зависимости энергии отделения нейтрона от ядра  $^{58}\text{Ce}$ , показанный на рисунке, можно объяснить:



1) кулоновским взаимодействием

- 2) отталкиванием между нейтронами
- 3) изменением энергии симметрии
- 4) спариванием нейтронов**

4. Возможные значения изоспина ядра  $I$  лежат в интервале:

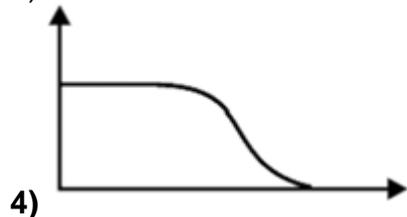
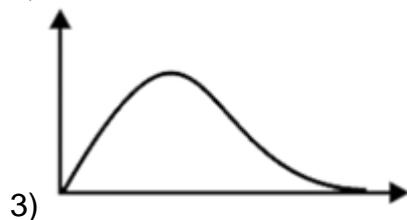
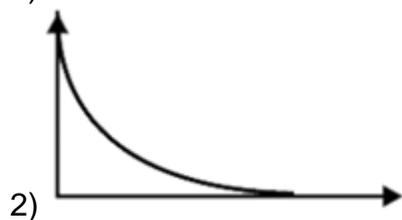
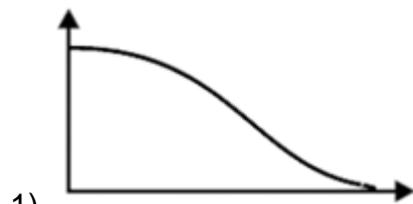
1)  $-\left|\frac{Z-N}{2}\right| \leq I \leq \left|\frac{Z-N}{2}\right|$

2)  $-\frac{A}{2} \leq I \leq \frac{A}{2}$

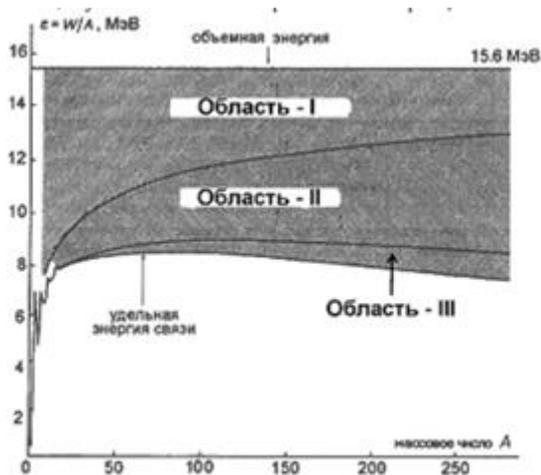
3)  $0 \leq I \leq \left|\frac{Z-N}{2}\right|$

**4)  $-\left|\frac{Z-N}{2}\right| \leq I \leq \frac{A}{2}$**

5) Распределение заряда в тяжёлом ядре  $\rho(r)$  описывается рисунком:



6. На рисунке показан вклад различных видов энергии в удельную энергию связи нуклона (объёмная, поверхностная, кулоновская и энергия симметрии).



Области графика, соответствующие вкладу этих энергий:

- 1) I – поверхностная, II – объёмная, III – кулоновская
- 2) I – объёмная, II – симметрии, III – кулоновская
- 3) I – поверхностная, II – кулоновская, III – симметрии**
- 4) I – кулоновская, II – поверхностная, III – симметрии

7. Какая из моделей ядер лучше всего описывает характеристики магических ядер:

1. капельная модель ядра
2. обобщенная модель ядра
3. модель Ферми-газа
- 4. оболочечная модель ядра**

8. Какая из моделей ядер лучше всего описывает характеристики деформированных тяжелых ядер:

1. капельная модель ядра
- 2. обобщенная модель ядра**
3. модель Ферми-газа
4. оболочечная модель ядра

9. Параметр делимости ядра, полученный в рамках капельной модели и определяющий устойчивость ядра по отношению к делению равен

- 1.  $Z^2/A$**
2.  $A/Z$
3.  $Z/A$
4.  $Z/A^2$

10. В оболочечной модели ядра при описании сферических ядер считают:

- 1) нуклоны движутся независимо друг от друга в усреднено центрально-симметричном поле**
- 2) нуклоны взаимодействуют друг с другом ядерными силами парного характера
- 3) нуклоны не взаимодействуют друг с другом
- 4) каждый нуклон создает свое поле

11. Ядра с полностью заполненными оболочками, у которых число протонов  $Z$  или нейтронов  $N$  равно одному из чисел: 2, 8, 20, 28, 50, 82, 126, являются наиболее устойчивыми и называются

- 1) магическими**
- 2) волшебными
- 3) стабильными
- 4) странными

12. В модели Ферми-газа ядро представляют как

- 1) нуклоны в ядре представляют вырожденный Ферми-газ;**
- 2) протоны в ядре представляют вырожденный Ферми-газ;
- 3) нейтроны в ядре представляют вырожденный Ферми-газ;

4) нуклоны в ядре представляют сильно-взаимодействующий Ферми-газ;

13. В спектрах возбужденных состояний сферических ядер отсутствуют

**1) вращательные состояния**

2) колебательные состояния

3) поляризационные возбуждения

4) одночастичные возбуждения

14. Связанное состояние нейтрона и протона называется:

**1) дейтрон**

2) нейтрино

3) позитрон

4) нуклон

15. Энергетическая щель в спектре возбужденных состояний четно-четных ядер с точки зрения сверхтекучей модели ядра связана с:

**1) энергией связи куперовской пары двух нуклонов в ядре**

2) тем, что протоны лежат ниже уровня Ферми

3) тем, что нейтроны занимают уровни ниже уровня Ферми

4) отсутствием сверхтекучих корреляций

Безопасность и контроль в физике ядерных реакторов

1. Борное регулирование — это

*А) управление интенсивностью цепной реакции деления (реактивностью) в двухконтурных водо-водяных ядерных реакторах.*

*Б) управление интенсивностью цепной реакции деления (реактивностью) в одноконтурных водо-водяных ядерных реакторах.*

*В) управление интенсивностью цепной реакции деления (реактивностью) в РБМК.*

2. Система внутрореакторного контроля (СВРК) –

*А) это система контроля ядерного реактора, которая даёт сведения о параметрах и характеристиках активной зоны, необходимых для обеспечения проектного технологического режима эксплуатации активной зоны ядерного реактора.*

*Б) это ПО ядерного реактора, которое даёт сведения о параметрах и характеристиках активной зоны, необходимых для обеспечения проектного стационарного режима эксплуатации активной зоны ядерного реактора.*

3. Датчик прямого заряда (ДПЗ) (несколько вариантов ответа) -

*А) датчики с принудительным собиранием заряда и датчики, генерирующие электрический заряд.*

*Б) эмиссионный детектор прямого заряда.*

*В) детектор P-Z типа.*

*Г) датчик позитронного заряда.*

4. Какие категории облучаемых лиц существуют? (несколько вариантов ответа)

*А) персонал группы А.*

*Б) персонал группы Б.*

*В) население.*

*Г) Персонал группы А, Б, В, население и животные.*

5. При планировании и проведении мероприятий по обеспечению радиационной безопасности, принятии решений в области обеспечения радиационной безопасности, анализе эффективности указанных мероприятий органами государственной власти, органами местного самоуправления, а также организациями, осуществляющими деятельность с использованием источников

ионизирующего излучения, проводится оценка радиационной безопасности по следующим основным показателям (несколько вариантов ответа):

- А) характеристика радиоактивного загрязнения окружающей среды.*
- Б) анализ обеспечения мероприятий по радиационной безопасности и выполнения норм, правил и гигиенических нормативов в области радиационной безопасности.*
- В) вероятность радиационных аварий и их масштаб.*
- Г) степень готовности к эффективной ликвидации радиационных аварий и их последствий.*

6. Для того чтобы цепной реакции считалась управляемой коэффициент размножения нейтронов должен быть...

- А) много меньше нуля.*
- Б) много больше единицы.*
- В) примерно равен нулю.*
- Г) около единицы.*

7. Какие материалы могут быть использованы в качестве замедлителя нейтронов? (несколько вариантов ответа)

- А) материал должен состоять из «лёгких» молекул.*
- Б) материал должен обладать значимой физической плотностью.*
- В) материал замедлителя не должен интенсивно поглощать нейтроны уже после их замедления.*
- Г) материал должен состоять из «тяжелых» молекул.*

8. КИУМ — это

- А) коэффициент использования установленной мощности.*
- Б) коэффициент ионизирующей установленной мощности.*

9) САОР – это

- А) Система аварийного охлаждения реактора.*
- Б) Система аварийного останова реактора.*

10) Как работает ускоренная предупредительная защита реактора?

- А) служит для быстрой разгрузки блока до уровня мощности 40-50%.*
- Б) служит для быстрой разгрузки блока до уровня мощности 10-20%.*
- В) служит для быстрого останова реактора.*

11) Йодная яма – это

- А) состояние ядерного реактора после его выключения либо снижения его мощности, характеризующееся накоплением короткоживущего изотопа ксенона  $^{135}\text{Xe}$ , образующегося в результате радиоактивного распада изотопа йода  $^{135}\text{I}$ .*
- Б) состояние ядерного реактора после его выключения либо снижения его мощности, характеризующееся накоплением короткоживущего изотопа ксенона  $^{135}\text{I}$ , образующегося в результате радиоактивного распада изотопа йода  $^{135}\text{Xe}$ .*

12) Шлакование топлива – это

- А) это процесс накопления в работающем реакторе стабильных и долгоживущих продуктов деления, участвующих в непроизводительном захвате тепловых нейтронов и, тем самым, понижающих запас реактивности реактора.*
- Б) это процесс накопления в работающем реакторе изотопов, участвующих в непроизводительном захвате тепловых нейтронов и, тем самым, понижающих запас реактивности реактора.*

13) Мощностной коэффициент реактивности – это

А) величина, характеризующая изменение реактивности ядерного реактора, вызванное изменением мощности.

Б) величина, характеризующая тепловую мощность реактора.

В) величина, характеризующая электрическую мощность реактора.

14) Индивидуальный дозиметрический контроль (ИДК) – это

А) мониторинг профессионального облучения работников в организации, которые взаимодействуют с источниками ионизирующих излучений.

Б) мониторинг профессионального облучения работников группы А и Б в организации, которые взаимодействуют с источниками ионизирующих излучений.

15) Эквивалентная доза в хрусталике глаза для населения меньше, чем для персонала группы А в  $x$  раз.

А) 10.

Б) 2.

В) 5.

Г) 20.

#### 1) Тестовые задания без выбора ответов

##### Теория переноса излучений

1. Направляющий вектор  $\Omega$  обычно выражают в сферической системе координат. Считая эти координаты заданными, выразить  $\Omega$  в декартовой системе и цилиндрической системах координат. Ответ  $\Omega = \sin\theta \cos\psi \cdot i + \sin\theta \sin\psi \cdot j + \cos\theta \cdot k$ .
2. Пусть в заданной точке пространства  $r$  угловая плотность потока частиц изотропна, т.е. описывается выражением  $\phi(r, \Omega) = F(r) / 4\pi$ . Определить: а) плотность потока в положительную полусферу направлений (вперед); б) проекцию угловой плотности тока на направление, задаваемое единичным вектором  $k$ ; в) интегральную плотность тока. Ответ а)  $\phi(r) = F(r)/2$ ; б)  $(\phi(r), k) = F(r)/4\pi$ ; в)  $J(r) = F(r)k$ .
3. Найти угловую плотность потока частиц в произвольной точке над плоским изотропным источником, испускающим  $v$  част./ $(\text{см}^2 \cdot \text{с})$ . Ответ:  $v/(4\pi\mu), \mu > 0; 0, \mu < 0$
4. Изотропный поверхностный источник, испускающий  $v$  част./ $(\text{см}^2 \cdot \text{с})$ , равномерно покрывает поверхность полусферы радиусом  $R$ . Предполагая отсутствие поглощения внутри сферы, найти плотности потока и тока частиц в центре сферы. Ответ  $\phi = v/2$ ;  $J = v/4$ .
5. Точечный изотропный источник  $\gamma$ -излучения, испускающий  $3,7 \cdot 10^{10}$  частиц/с, находится в непоглощающей и нерассеивающей среде на расстоянии 100 см от облучаемого образца из алюминия объемом 0,1 см<sup>3</sup>. Определить сечение некогерентного рассеяния фотонов на электронах, если в единицу времени в образце рассеивается  $1,5 \cdot 10^4$  фотонов. Ответ  $0,65 \cdot 10^{-24} \text{см}^2$ .
6. Определить максимально возможную энергию фотонов после комптоновского рассеяния на угол  $\theta = 180^\circ$ . Ответ  $E_{\text{max}} = 0,255 \text{ МэВ}$ .
7. Рассчитать полное микроскопическое сечение взаимодействия гамма-излучения для этилового спирта C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, имеющего плотность 0,79 г/см<sup>3</sup>, для энергии 0,08 МэВ. Ответ  $0,139 \text{ см}^{-1}$
8. Вычислить степень анизотропии углового распределения фотонов при комптоновском рассеянии для начальных энергий, равных 0,01; 0,1 и 10,0 МэВ,

- понимая под этим отношение вероятностей рассеяния на углы  $\theta$ , равные  $0^\circ$  и  $180^\circ$ . Ответ 1,24; 2,02; 83,0.
9. Найти связь между углами упругого рассеяния нейтронов на ядре водорода в лабораторной системе координат  $\theta_s$  и в системе центра инерции  $\theta_c$ . Ответ  $\cos \theta_s = \cos \theta_c/2$ .
10. Пусть нейтрон испытывает неупругое рассеяние на первом уровне возбуждения  $^{56}\text{Fe}$  ( $Q = -0,845$  МэВ). Определить: а) при какой минимальной начальной энергии возможно это рассеяние; б) при какой минимальной начальной энергии возможно рассеяние на углы  $\theta_s$ , равные  $45^\circ$  и  $90^\circ$ . Ответ а) 0,860 МэВ; б) 0,8602 МэВ; 0,8603 МэВ.
11. Покажите, что средние потери энергии при изотропном упругом рассеянии на ядре массой  $A$  равны  $\Delta E = 2E_0A/(A+1)^2$
12. Получить решение уравнения элементарной теории диффузии в бесконечной однородной среде для точечного и плоского изотропных источников единичной мощности. Ответ  $\varphi(r) = \frac{1}{4\pi B} \frac{\exp(-r/L)}{r}$ ,  $\varphi(z) = \frac{1}{2\Sigma_0 L} \exp(-|z|/L)$ .
13. В приближении элементарной теории диффузии найти критический размер шара из  $^{235}\text{U}$ . Считать, что нейтроны, рождающиеся при делении, имеют одну энергию, которая не изменяется в процессе диффузии. При расчетах принять  $\Sigma_a = 0,357$  см $^{-1}$ ;  $\Sigma_s = 0,393$  см $^{-1}$ ;  $\Sigma_f = 0,193$  см $^{-1}$ ;  $\nu = 2,46$ . Ответ 6,52 см;
14. Получить решение уравнения возраста для плоского моноэнергетического источника единичной поверхностной мощности в бесконечной однородной среде. Ответ
- $$q(z, \tau) = \frac{1}{\sqrt{4\pi\tau}} \exp\left(-\frac{z^2}{4\tau}\right)$$
15. Коллимированный пучок фотонов нормально падает на полубесконечную среду, в которой излучение испытывает изотропное рассеяние без изменения энергии. В приближении однократного рассеяния определить зависимость обратного выхода излучения от расстояния  $r$  до точки падения излучения на среду при условии, что  $r \gg 1/\mu$ . Ответ  $f(r) \exp(-\Sigma r)$ .

### Машины и оборудование АЭС

1) Приведите в общем виде структурную схему системы управления автоматического оборудования.



2) Дать определение Автоматизированная система – система, включающая в себя объект управления и технические средства автоматизации. При этом часть функций управления выполняется человеком-оператором.

3) Дать определение системы управления и защиты (СУЗ) реактора заключается в непрерывном контроле хода цепной реакции в реакторе и управлении указанным процессом в следующих режимах: первичная загрузка или перегрузка топлива, пуск реактора на мощность и его вывод, работа на заданной мощности и ее изменение, аварийный или плановый останов реактора.

4) Дать определение Аварийная защита (АЗ) срабатывает в случае одновременного падения всех органов регулирования до крайнего нижнего положения. При этом действие системы АЗ не прекращается.

5) Дать определение Предупредительная защита (ПЗ) в зависимости от типа вызывает поочередное движение групп стержней, начиная с рабочей, вниз с рабочей скоростью, при этом ликвидация сигнала причины срабатывания защиты приводит к отмене команды (тип ПЗ-1). ПЗ-2 запрещает движение стержней вверх до исчезновения сигнала причины срабатывания защиты.

Ядерные модели

**1) Какова была бы величина отношения  $Z/A$  для ядра, если бы не действовал принцип запрета Паули?**

В этом случае все нуклоны располагались бы на самом низшем энергетическом уровне, а так как между протонами действуют силы кулоновского отталкивания, то ядру было бы энергетически выгодно состоять из одних нейтронов. Следовательно, выполнялось бы условие  $Z/A = 0$ .

**2) Показать на примере ядра  $^{14}\text{N}$ , что атомное ядро не может состоять из протонов и электронов.**

Если ядро  $^{14}\text{N}$  состоит из протонов и электронов, то оно должно содержать 14 протонов и 7 электронов. Тогда получается правильный электрический заряд  $+7e$  этого ядра и приблизительно воспроизводится его масса. Поскольку и протоны, и электроны имеют полуцелый спин ( $1/2$ ), то ядро оказывается состоящим из нечетного (21) числа фермионов. Правила квантово-механического сложения векторов моментов количества движения в этом случае допускают лишь полуцелый результирующий спин этого ядра. На самом деле спин ядра  $^{14}\text{N}$  равен 1, что несовместимо с протон-электронной моделью ядра.

**3) Показать, что из определенной четности волновой функции системы частиц (например, ядра) следует равенство нулю ее электрического дипольного момента.**

Запишем выражение для электрического дипольного момента системы  $Z$  одинаковых частиц, наделенных элементарным зарядом  $e$ :

$\vec{d} = \int \vec{r} \rho(\vec{r}) dv = Ze \int \vec{r} |\Psi(\vec{r})|^2 dv$ . Здесь использовано то, что  $\rho(\vec{r}) = Ze |\Psi(\vec{r})|^2$ . При

определенной четности  $\Psi(\vec{r})$  функция  $|\Psi(\vec{r})|^2$  всегда четна и подинтегральная функция всегда нечетна, что и приводит к равенству нулю интеграла, а значит и электрического дипольного момента.

**4) Доказать, что для однородной сферически симметричной системы зарядов (например, сферически симметричного ядра) собственный (внутренний) электрический квадрупольный момент  $Q_0 = 0$**

$$Q_0 = \frac{1}{e} Q_{zz} = \frac{1}{e} \int (3z^2 - r^2) \rho(\vec{r}) dv = \frac{1}{e} \int r^{-2} (3 \cos^2 \theta - 1) \rho(\vec{r}) dv,$$

где  $\rho(\vec{r})$  - плотность электрического заряда системы.

В силу сферической симметрии используем второй вариант этого соотношения, записанный в сферической системе координат  $(r, \theta, \varphi)$ :

$$Q_0 = \frac{1}{e} \int_0^R \int_0^\pi \int_0^{2\pi} r^2 (3 \cos^2 \theta - 1) \rho(r) r^2 dr \cdot \sin \theta d\theta \cdot d\varphi = \frac{1}{e} \int_0^R \rho(r) \cdot r^4 dr \int_0^\pi (3 \cos^2 \theta - 1) \sin \theta d\theta \int_0^{2\pi} d\varphi$$

Здесь использовано то, что  $dv = r^2 dr \cdot \sin \theta d\theta \cdot d\varphi$ , и для сферически симметричных систем  $\rho(\vec{r}) \equiv \rho(r)$ , т.е. не зависит от углов  $\theta$  и  $\varphi$ . Учитывая, что  $\int_0^\pi (3 \cos^2 \theta - 1) \sin \theta d\theta = 0$ , приходим к доказательству утверждения, сформулированного в условии задачи.

**5) Опираясь на сферическую одночастичную модель оболочек со спариванием, предсказать спин и четность основного состояния ядра  ${}_{11}^{23}\text{Na}$ .**

В основном состоянии рассматриваемого ядра полностью заполнены три нижние подоболочки  $1s_{1/2}, 1p_{3/2}$  и  $1p_{1/2}$ . Эти три заполненные подоболочки образуют дважды магический кор  ${}_{8}^{16}\text{O}$  со спином-четностью  $0^+$ . Остальные нуклоны ядра  ${}_{11}^{23}\text{Na}$  (3 протона и 4 нейтрона) в основном состоянии находятся на подоболочке  $1d_{5/2}$ , причем все они, кроме одного протона, спарены, т.е. связаны в паре со спин-четностью  $0^+$ . Таким образом, результирующие спин-четность ядра  ${}_{11}^{23}\text{Na}$  в основном состоянии определяются спином и четностью единственного неспаренного протона в состоянии  $1d_{5/2}$ . Следовательно, искомые спин-четность ядра  ${}_{11}^{23}\text{Na}$  равны  $5/2^+$ .

**6) Предсказать спины и четности основных состояний ядер  ${}_{19}^{39}\text{K}$  и  ${}_{20}^{41}\text{Ca}$ .**

Первое из этих ядер в основном состоянии содержит протонную дырку в дважды магическом коре  ${}_{20}^{40}\text{Ca}$ . Поскольку эта дырка в подоболочке  $1d_{3/2}$ , то у ядра  ${}_{19}^{39}\text{K}$  в основном состоянии  $J^P = 3/2^+$ . У ядра  ${}_{20}^{41}\text{Ca}$  в основном состоянии имеется нейтрон в подоболочке  $1f_{7/2}$  над дважды магическим кором  ${}_{20}^{40}\text{Ca}$ . Поэтому у ядра  ${}_{20}^{41}\text{Ca}$  в основном состоянии  $J^P = 7/2^-$ . Эксперимент подтверждает эти предсказания.

**7) Определить из сферической одночастичной модели оболочек спин, четность и электрический квадрупольный момент основного состояния дейтрона (ядра  ${}_{1}^2\text{H}$ ).**

В основном состоянии дейтрона в рамках рассматриваемой модели нейтрон и протон находятся на низшей оболочке  $1s_{1/2}$ , т.е. имеют нулевые орбитальные моменты  $l_n = l_p = 0$ . Полный момент количества движения дейтрона (его спин) с учетом спинов нуклонов  $s_n = s_p = 1/2$  и даётся выражением:

$$\vec{J} = \vec{l}_n + \vec{l}_p + \vec{s}_n + \vec{s}_p = \vec{0} + \vec{0} + \frac{\vec{1}}{2} + \frac{\vec{1}}{2} = \vec{0} \text{ или } \vec{1}.$$

Чётность дейтрона с учётом собственной (внутренней) четности нуклонов  $p_n = p_p = +1$  определяется выражением:  $P = p_n \cdot p_p \cdot (-1)^{l_n + l_p} = (+1)(+1)(-1)^{0+0} = +1$ . Таким образом, предсказываемые моделью оболочек спин и четность дейтрона в основном состоянии  $0^+$  или  $1^+$ . Эксперимент даёт второе из этих значений.

Электрический квадрупольный момент  $Q_0$  дейтрона в сферической модели оболочек нулевой, так как нуклоны дейтрона находятся в сферически симметричном  $1s_{1/2}$  состоянии.

### 8) Найти среднее расстояние между нуклонами в ядре.

Используем эмпирическое соотношение для радиуса ядра:  $R = r_0 A^{1/3} = (1,0 \div 1,1) A^{1/3}$  Фм.

Объём ядра  $V_{\text{я}} = \frac{4}{3} \pi r_0^3 A$ . Объём, приходящийся на один нуклон,  $V_N = \frac{V_{\text{я}}}{A} = \frac{4}{3} \pi r_0^3$ . Длина стороны куба такого объёма  $d_N$  и есть среднее расстояние между нуклонами в ядре.

$$\text{Имеем } d_N = \left( \frac{4}{3} \pi r_0^3 \right)^{1/3} \approx (1,0 \div 1,1) \left( \frac{4}{3} \pi \cdot 1,4 \right)^{1/3} \approx 1,7 \text{ Фм.}$$

### 9) Предсказать, опираясь на одночастичную модель оболочек, спины и чётности низколежащих возбуждённых состояний ядра ${}^{15}_8\text{O}$ .

У ядра  ${}^{15}_8\text{O}$  в основном состоянии заполнены подоболочки  $1s_{1/2}, 1p_{3/2}$ , и имеется один неспаренный нейтрон во внешней  $1p_{1/2}$ -подоболочке. Низколежащие возбуждённые состояния получаются перемещением неспаренного нейтрона в следующую ( $1d_{5/2}$ ) оболочку на одночастичные уровни  $1d_{5/2}, 2s_{1/2}$  и  $1d_{3/2}$ .

Соответственно возбуждённые состояния будут иметь  $J^P = 5/2^+, 1/2^+, 3/2^+$ . Другая ветвь низколежащих состояний будет возникать при перемещении одного из нейтронов низколежащих заполненных подоболочек  $1s_{1/2}$  и  $1p_{3/2}$  в подболочку  $1p_{1/2}$  с замыканием этой подболочки. Соответствующие возбуждённые состояния будут определяться характеристиками нейтронных дырок в подболочках  $1s_{1/2}$  и  $1p_{3/2}$ , т.е. будут иметь характеристики  $J^P = 1/2^+$  и  $3/2^-$ .

### 10) Определить изоспин основного состояния ядер ${}^{12}_6\text{C}$ и ${}^{27}_{13}\text{Al}$ .

Изоспин  $I_0$  основного состояния ядра определяется из соотношения:

$$I_0 = |I_3| = \left| \frac{Z - N}{2} \right|, \text{ где } - I_3 \text{ проекция изоспинового вектора ядра на одну из осей}$$

(в данном случае 3-ю) трехмерного евклидова зарядового пространства, а  $Z$  и  $N$  – числа протонов и нейтронов ядра. Отсюда для ядер  ${}^{12}\text{C} (Z = N = 6)$  и  ${}^{27}\text{Al} (Z = 13, N = 14)$  получаем:

$$I_0({}^{12}\text{C}) = \left| \frac{6-6}{2} \right| = 0, \quad I_0({}^{27}\text{Al}) = \left| \frac{13-14}{2} \right| = \frac{1}{2}.$$

Безопасность и контроль в физике ядерных реакторов

1) Дайте определение термина «Атомная станция»:

*Атомная станция: Ядерная установка для производства энергии в заданных режимах и условиях применения, располагающаяся в пределах определенной проектом территории, на которой для осуществления этой цели используется ядерный реактор (реакторы) и комплекс необходимых систем, устройств, оборудования и сооружений с необходимыми работниками (персоналом) (НП-001).*

2) Требования к лицам, допускающимся к работе с источниками излучения:

*К работе с источниками излучения допускаются лица не моложе 18 лет, не имеющие медицинских противопоказаний, отнесенные приказом руководителя к категории персонала группы А, прошедшие обучение по правилам работы с источником излучения и по радиационной безопасности, прошедшие инструктаж по радиационной безопасности.*

*На определенные виды деятельности допускается персонал группы А при наличии у них разрешений, выдаваемых органами государственного регулирования безопасности. Перечень специалистов указанного персонала, а также предъявляемые к ним квалификационные требования определяются Правительством Российской Федерации.*

3) Термин «Авария радиационная»:

*Авария радиационная - потеря управления источником ионизирующего излучения, вызванная неисправностью оборудования, неправильными действиями работников (персонала), стихийными бедствиями или иными причинами, которая могла привести или привела к облучению людей выше установленных норм или радиоактивному загрязнению окружающей среды.*

4) Термин «Загрязнение поверхности неснимаемое (фиксированное)»:

*Загрязнение поверхности неснимаемое (фиксированное) - радиоактивные вещества, которые не переносятся при контакте на другие предметы и не удаляются при дезактивации.*

5) Термин «Загрязнение поверхности снимаемое (нефиксированное)»:

*Загрязнение поверхности снимаемое (нефиксированное) - радиоактивные вещества, которые переносятся при контакте на другие предметы и удаляются при дезактивации.*

## ПК-2

Готов к созданию новых методов расчета современных физических установок и устройств, разработке методов регистрации ионизирующих излучений, методов оценки количественных характеристик ядерных материалов

**Период окончания формирования компетенции:** 4 семестр

Дисциплины (модули) (блок 1 Блок: 5000)

Б1.В.09 Инструментальные и экспериментальные методы физики ядерных реакторов	3 семестр
Б1.В.01 Физический практикум по экспериментальным методам ядерной физики и дозиметрии	4 семестр
Б1.В.07 Резонансные методы исследования	4 семестр
Б1.В.14 Безопасность и контроль в физике ядерных реакторов	4 семестр

Дисциплины (модули) (блок 1 Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.4)

Б1.В.ДВ.04.01 Физический практикум по резонансным методам исследования	4 семестр
--	-----------

Дисциплины (модули) (Блок: 6000. Б2.Практика)

Б2.В.02(Н) Производственная практика, научно-исследовательская работа	1, 2, 3 семестр
Б2.В.04(Пд) Производственная практика, преддипломная	4 семестр

Дисциплины (модули) (Блок: 7000. Б3.Государственная итоговая аттестация)

Б3.01(Д) Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы	4 семестр
---	-----------

**Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:**

- 1) Тестовые задания с выбором ответов

Физический практикум по экспериментальным методам ядерной физики и дозиметрии

1. Удельные потери энергии частиц в веществе:
  - 1) Случайная дискретная величина;
  - 2) Случайная непрерывная величина;
  - 3) Смешанная случайная величина.**
2. Средний пробег частиц в веществе:
  - 1) Позволяет однозначно определить все характеристики частиц;
  - 2) Не позволяет;
  - 3) Позволяет несколько из всех возможных.**
3. По критической энергии заряженных частиц можно:
  - 1) Однозначно определить атомный номер вещества поглотителя Z;
  - 2) Нельзя;**
  - 3) Неоднозначно.
4. Импульсная ионизационная камера:
  - 1) Может работать только в импульсном режиме;
  - 2) Может работать в токовом режиме;**

- 3) Не может.
5. Мёртвое время пропорционального газоразрядного счётчика:  
**1) Зависит от приложенного напряжения;**  
 2) Не зависит;  
 3) Слабо зависит.
6. Сцинтилляционный детектор функционирует на основе:  
 1) Ионизационного эффекта;  
**2) Радиолюминисцентного эффекта;**  
 3) Радиохимического эффекта.
7. Можно ли по комптоновской части аппаратного спектра гамма-излучения оценить энергию гамма-излучения:  
**1) Можно;**  
 2) Невозможно;  
 3) Неоднозначно.
8. При постоянной величине средней потери энергии частицы аппаратный энергетический спектр частиц является:  
**1. Строго линейным;**  
 2. Нелинейным;  
 3. Локально линейным.
9. Влияет ли отношение радиусов анода к катоду на коэффициент газового усиления  
 1) Влияет;  
 2) Не влияет;  
**3) Слабо зависит.**
10. Какой детектор излучений имеет минимальное мёртвое время. Полупроводниковый  $\tau_1$ ; Сцинтилляционный  $\tau_2$ ; Газонаполненный  $\tau_3$   
**1)  $\tau_1 < \tau_2 < \tau_3$ ;**  
 2)  $\tau_1 > \tau_2 > \tau_3$ ;  
 3)  $\tau_1 = \tau_2 = \tau_3$ .

#### Резонансные методы исследования

1. Оценить выражение для резонансной частоты  $\omega_p$  колебаний в последовательном RLC-контуре.  
 a. 10Н  
**b.  $10^5$ Н**  
 c.  $10^3$ Н  
 d.  $10^7$ Н
2. Получить выражение и значение для резонансной частоты  $\omega_p$  в параллельном контуре.  
 a. 10Н  
**b.  $10^5$ Н**  
 c.  $10^3$ Н  
 d.  $10^7$ Н
3. Получить выражение и значение для резонансной частоты  $\omega_p$  в условиях циклотронного резонанса.  
 a.  $2 \cdot 10$ Н

- b.  $4 \cdot 10^3 \text{H}$   
**c.  $3 \cdot 10^5 \text{H}$**   
d.  $5 \cdot 10^7 \text{H}$
4. Получить выражение и значения для резонансной частоты Ларморовой рецессии частицы с магнитным моментом  $\mu$  в магнитном однородном поле с индукцией  $\bar{B}$ .  
a.  $2 \cdot 10 \text{H}$   
b.  $5 \cdot 10^3 \text{H}$   
c.  $3 \cdot 10^7 \text{H}$   
**d.  $4 \cdot 10^5 \text{H}$**
5. Получить выражение и значение для скорости относительного движения в вакууме источник-детектор при заданных  $E_0$ ;  $\tau$ ;  
**a. 1.05 мм/с**  
b. 10 мм/с  
c. 1,05 мкм/с  
d. 10 мкм/с
6. Получить расщепление возбуждённого состояния ядра Fe-57.  
a. 15 эВ  
**b. 10 эВ**  
c. 3 эВ  
d. 5 эВ

#### Инструментальные и экспериментальные методы физики ядерных реакторов

- Сколько ТВС входят в состав АЗ реактора?
  - 1. 163**
  - 12
  - 1080
  - 254
- Как закреплены ТВЭЛы в дистанционирующих решетках УТВС?
  - Прикреплены с помощью сварки только к центральной решетке
  - Посадкой с натягом, исключающей перемещение
  - 3. С возможностью перемещения**
  - С помощью сварки
- Какова роль регулирующего клапана?
  - Для снабжения турбины паром
  - 2. Для изменения расхода пара в турбину**
  - Для обеспечения плотности закрытия доступа пара в турбину
  - Отсекать доступ пара в проточную часть турбины
- Сколько ступеней имеет импульсный насос системы регулирования?
  - 1
  - 2. 2**
  - 3
  - 4
- Сколько аварийных упоров установлено в районе электродвигателя ГЦН?
  - 1. 2**

- 2. 3
- 3. 1
- 4. 0**

6. Сколько страховочных тяг установлено в районе электродвигателя ГЦН?

**1. Отсутствуют**

- 2. 3
- 3. 2
- 4. 1

7. Закончите фразу: «Сепарационные устройства состоят из пакетов волнистой формы. Конструкция пакета включает в себя установленный за жалюзи паровой дырчатый лист. Он предназначен для...»

1. Для предотвращения попадания влажного пара в паровой коллектор

**2. Для выравнивания полей скоростей пара**

- 3. Для выравнивая паровой нагрузки
- 4. Для окончательной осушки пара

8. Какие аварийные сигналы шунтируются с выдержкой по времени?

1. От АКНП мощность менее 75% от номинальной

2. От АКНП мощность менее 5% от номинальной

**3. По состоянию ГЦН 1,2,3,4**

4. Все аварийные сигналы шунтируются с выдержкой времени 5 или 50 секунд

9. Где расположен пружинный блок, обеспечивающий возврат в исходное положение подвижного полюса?

1. В нижней части несущей трубы

2. На несущей трубе

3. В верхней части несущей трубы

**4. В районе неподвижного полюса запирающего магнита**

10. Какую мощность потребляет один блок ТЭН в номинальном режиме КД?

**1. 90 кВт**

2. 85 кВт

3. 95 кВт

4. 125 кВт

11. Назовите, к какой группе оборудования относится корпус реактора

1. к группе В

2. к группе С

**3. к группе А**

4. к группе А и В

12. Если пострадавший продолжает соприкасаться с токоведущими частями какие действия должны быть предприняты лицом, оказывающим помощь в первую очередь?

1. Немедленно вызвать скорую помощь

**2. Быстро освободить пострадавшего от действия электрического тока**

3. Немедленно доложить мастеру или начальнику цеха

4. Отключить питание токоведущей части

13. Как оказывать первую помощь при попадании едкой щелочи ее паров в глаза.

1. Промыть большим количеством воды в течение 10-15 минут

2. Промыть водой в течении 5 минут. И делать примочки из 10%-ного раствора пит.

3. Промывать глаза большим количеством воды, а затем 2%-ным раствором борной кислоты.

**4. Раздвинуть веки и промыть глаза под струей холодной воды от носа к наружи глаз. Вызвать скорую помощь**

14. Определите, какие из характеристик НЕ соответствуют типу парогенератора ПГВ-100

1. С погруженным дырчатый листом
- 2. С системой принудительной циркуляции котловой воды**
3. Однокорпусной
4. Горизонтальный

15. Укажите, к какой группе уплотнений относится уплотнение вала ГЦН-195

- 1. Контактные-торцевые-гидродинамические**
2. Бесконтактные щелевые
3. Контактные-сальниковые
4. Контактно-торцевые-гидростатические

Безопасность и контроль в физике ядерных реакторов

1. Борное регулирование — это

*А) управление интенсивностью цепной реакции деления (реактивностью) в двухконтурных водо-водяных ядерных реакторах.*

*Б) управление интенсивностью цепной реакции деления (реактивностью) в одноконтурных водо-водяных ядерных реакторах.*

*В) управление интенсивностью цепной реакции деления (реактивностью) в РБМК.*

2. Система внутрореакторного контроля (СВРК) –

*А) это система контроля ядерного реактора, которая даёт сведения о параметрах и характеристиках активной зоны, необходимых для обеспечения проектного технологического режима эксплуатации активной зоны ядерного реактора.*

*Б) это ПО ядерного реактора, которое даёт сведения о параметрах и характеристиках активной зоны, необходимых для обеспечения проектного стационарного режима эксплуатации активной зоны ядерного реактора.*

3. Датчик прямого заряда (ДПЗ) (несколько вариантов ответа) -

*А) датчики с принудительным собиранием заряда и датчики, генерирующие электрический заряд.*

*Б) эмиссионный детектор прямого заряда.*

*В) детектор P-Z типа.*

*Г) датчик позитронного заряда.*

4. Какие категории облучаемых лиц существуют? (несколько вариантов ответа)

*А) персонал группы А.*

*Б) персонал группы Б.*

*В) население.*

*Г) Персонал группы А, Б, В, население и животные.*

5. При планировании и проведении мероприятий по обеспечению радиационной безопасности, принятии решений в области обеспечения радиационной безопасности, анализе эффективности указанных мероприятий органами государственной власти, органами местного самоуправления, а также организациями, осуществляющими деятельность с использованием источников

ионизирующего излучения, проводится оценка радиационной безопасности по следующим основным показателям (несколько вариантов ответа):

- А) характеристика радиоактивного загрязнения окружающей среды.*
- Б) анализ обеспечения мероприятий по радиационной безопасности и выполнения норм, правил и гигиенических нормативов в области радиационной безопасности.*
- В) вероятность радиационных аварий и их масштаб.*
- Г) степень готовности к эффективной ликвидации радиационных аварий и их последствий.*

6. Для того чтобы цепной реакции считалась управляемой коэффициент размножения нейтронов должен быть...

- А) много меньше нуля.*
- Б) много больше единицы.*
- В) примерно равен нулю.*
- Г) около единицы.*

7. Какие материалы могут быть использованы в качестве замедлителя нейтронов? (несколько вариантов ответа)

- А) материал должен состоять из «лёгких» молекул.*
- Б) материал должен обладать значимой физической плотностью.*
- В) материал замедлителя не должен интенсивно поглощать нейтроны уже после их замедления.*
- Г) материал должен состоять из «тяжелых» молекул.*

8. КИУМ — это

- А) коэффициент использования установленной мощности.*
- Б) коэффициент ионизирующей установленной мощности.*

9) САОР – это

- А) Система аварийного охлаждения реактора.*
- Б) Система аварийного останова реактора.*

10) Как работает ускоренная предупредительная защита реактора?

- А) служит для быстрой разгрузки блока до уровня мощности 40-50%.*
- Б) служит для быстрой разгрузки блока до уровня мощности 10-20%.*
- В) служит для быстрого останова реактора.*

11) Йодная яма – это

- А) состояние ядерного реактора после его выключения либо снижения его мощности, характеризующееся накоплением короткоживущего изотопа ксенона  $^{135}\text{Xe}$ , образующегося в результате радиоактивного распада изотопа иода  $^{135}\text{I}$ .*
- Б) состояние ядерного реактора после его выключения либо снижения его мощности, характеризующееся накоплением короткоживущего изотопа ксенона  $^{135}\text{I}$ , образующегося в результате радиоактивного распада изотопа иода  $^{135}\text{Xe}$ .*

12) Шлакование топлива – это

- А) это процесс накопления в работающем реакторе стабильных и долгоживущих продуктов деления, участвующих в непроизводительном захвате тепловых нейтронов и, тем самым, понижающих запас реактивности реактора.*
- Б) это процесс накопления в работающем реакторе изотопов, участвующих в непроизводительном захвате тепловых нейтронов и, тем самым, понижающих запас реактивности реактора.*

13) Мощностной коэффициент реактивности – это

- А) величина, характеризующая изменение реактивности ядерного реактора, вызванное изменением мощности.  
 Б) величина, характеризующая тепловую мощность реактора.  
 В) величина, характеризующая электрическую мощность реактора.

- 14) Индивидуальный дозиметрический контроль (ИДК) – это  
 А) мониторинг профессионального облучения работников в организации, которые взаимодействуют с источниками ионизирующих излучений.  
 Б) мониторинг профессионального облучения работников группы А и Б в организации, которые взаимодействуют с источниками ионизирующих излучений.

15) Эквивалентная доза в хрусталике глаза для населения меньше, чем для персонала группы А в  $x$  раз.

- А) 10.  
 Б) 2.  
 В) 5.  
 Г) 20.

#### 1) Тестовые задания без выбора ответов

Физический практикум по экспериментальным методам ядерной физики и дозиметрии

- 1) Оценить коэффициент усиления  $K$  фотоэлектронного умножителя если коэффициент вторичной эмиссии диода  $\sigma = 2$ , число диодов  $n=10$ .

$$\text{Ответ: } K = \sigma^n = 2^{10} = 1024$$

- 2) Оценить амплитуду импульса  $U$  напряжения на аноде ФЭУ если на фотокатод поступает  $N=10$  фотонов, конверсионная эффективность фотокатода  $a=0,3$ ; коэффициент вторичной электронной эмиссии диодов  $\sigma = 3$ , число диодов  $n=5$ , емкость анода ФЭУ  $C = 10^{-11} \text{ Ф}$ ,  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ .

$$\text{Ответ: } U = N \cdot a \cdot \sigma^n / c \approx 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ В}$$

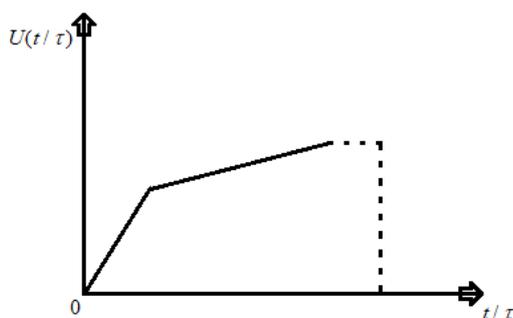
- 3) Оценить значение рабочего напряжения счётчика Гейгера-Мюллера если нижнее и верхнее значения напряжения плато-счётной характеристики составляют соответственно  $U_n = 300 \text{ В}$ ;  $U_g = 500 \text{ В}$ .

$$\text{Ответ: } U_p = (U_g + U_n) / 2 \approx 400 \text{ В}.$$

- 4) Оцените минимальное значение мёртвого времени счётчика с самостоятельным разрядом, если длительность разряда составляет  $\tau = 10^{-4} \text{ с}$ , а постоянная  $RC$  интегрирующей цепи равна  $RC = 10^{-3} \text{ с}$ .

$$\text{Ответ: } \tau_m \approx RC = 10^{-3} \text{ с}.$$

- 5) Показать на качественном уровне форму импульсов напряжений от точечной ионизации в плоской импульсной камере без газового усиления с мёртвым временем  $\tau$ , если точечная ионизация локализована посередине между электродами:  $d/2$  и  $RC \approx \tau$ .



Ответ:

- 6) Получить выражение для эффективного коэффициента газового усиления  $K_g$  в счётчике, коэффициентом усиления  $K_0$  при учёте вклада в разряд фотонного механизма.

$$\text{Ответ: } K_g = \frac{K}{1 - \sigma K}.$$

- 7) Получите зависимость разрешающего времени  $\tau$  в импульсной ионизационной камере без газового усиления с однородным полем для точечной ионизации от координаты  $X$  точной ионизации.

Ответ:  $\tau \propto X$ .

- 8) Покажите различие в средних удельных ионизационных потерях энергии для протонов и дейтронов с одной энергией на основании которого можно рассчитать эти частицы

$$\text{Ответ: } \left( \frac{dE}{dx} \right)_p \propto \frac{4\pi e^4}{Mv_p^2} N \{ \ln \dots \},$$

$$\left( \frac{dE}{dx} \right)_d \propto \frac{4\pi e^4}{Mv_d^2} N \{ \ln \dots \},$$

$$v_d^2 = v_p^2 / 2,$$

$$\left( \frac{dE}{dx} \right)_d \propto 2 \frac{4\pi e^4}{Mv_p^2} N \{ \ln \dots \}.$$

- 9) Как зависит эффективность  $\varepsilon$  регистрации коллимированного, моноэнергетичного потока гамма-квантов о линейных размеров в детектора соосного с потоком квантов.

$$\text{Ответ: } \varepsilon \propto (1 - e^{-\mu l}),$$

$\mu$  - линейный коэффициент ослабления.

- 10) Показать, что средняя энергия, затраченная частицей в рабочем веществе детектора на образование одной пары носителей заряда  $\omega$  влияет на энергетическое разрешение  $\Delta$  спектрометра.

$$\text{Ответ: } \Delta \propto \sqrt{E/\omega}, \quad \delta = \sqrt{E/\omega} / E = \sqrt{\omega/E}.$$

#### Резонансные методы исследования

1. На чем основан резонансный метод?

**Резонансный метод основан на регистрации параметров резонансных колебаний, возбуждаемых в контролируемом объекте.**

2. Что такое эталонный образец?

**Эталонный образец – это образец продукции, утвержденный в установленном порядке, показатели качества которого принимаются за базовые.**

3. Что такое ядерный магнитный резонанс (ЯМР)?

**Ядерный магнитный резонанс (ЯМР) – резонансное поглощение электромагнитных волн атомными ядрами, происходящее при изменении ориентации векторов их собственных моментов количества движения (спинов).**

4. Что такое компьютерная томография?

**Компьютерная томография – это метод послойной диагностики организма, основанный на рентгеновском излучении.**

5. Что из себя представляют фантомы?

**Фантомы являются моделями тела человека или животных, предназначенные для измерения поглощенных доз ионизирующих излучений.**

6. Что такое эффект Мёссбауэра или ядерный гамма-резонанс?

**Эффект Мёссбауэра или ядерный гамма-резонанс — испускание или поглощение гамма-квантов атомными ядрами в твёрдом теле, не сопровождающееся изменением колебательной энергии тела, то есть испусканием или поглощением фононов.**

Инструментальные и экспериментальные методы физики ядерных реакторов

### **1. Дайте определение активной зоне и отражателю.**

Активная зона – это часть реактора, в которой может протекать самоподдерживающаяся цепная реакция деления. Материалы, примыкающие к активной зоне и возвращающие часть уходящих из нее нейтронов обратно, в совокупности образуют отражатель.

### **2. Расскажите про основные особенности нейтронной реакции деления.**

Основные особенности нейтронной реакции деления: а) образование осколков деления; б) образование новых свободных нейтронов при делении; в) радиоактивность осколков деления, обуславливающая их дальнейшие трансформации к более устойчивым образованиям, из-за чего возникает ряд побочных эффектов – как позитивных, полезных, так и негативных, которые следует обязательно учитывать при проектировании, постройке и эксплуатации ядерных реакторов; г) высвобождение энергии при делении – главное свойство реакции деления, позволяющее создать энергетический ядерный реактор.

### **3. Дайте определение плотности потока нейтронов.**

Плотность тока нейтронов – это вектор, модуль которого численно равен разности чисел нейтронов, ежесекундно пересекающих единичную плоскую площадку, перпендикулярную направлению этого вектора, в двух противоположных направлениях

### **4. Что такое поколение нейтронов и эффективный коэффициент размножения нейтронов.**

Поколение нейтронов в реакторе – это совокупность нейтронов, рождаемых в активной зоне реактора одновременно или в очень короткий (по сравнению со временем их свободного существования) промежуток времени. Величина, представляющая собой отношение чисел нейтронов рассматриваемого и непосредственно предшествующего ему поколений, называется эффективным коэффициентом размножения нейтронов в реакторе.

### **5. Дайте определение внешнего и внутреннего блок-эффекта.**

Эффект уменьшения плотности потока тепловых нейтронов при их диффузии в замедлителе по направлению к топливному блоку, обусловленный поглощающими свойствами реального замедлителя, называемый внешним блок-эффектом.

Эффект более значительного уменьшения плотности потока тепловых нейтронов при их диффузии от периферии к оси топливного блока, определяемый сильными поглощающими свойствами топливного блока, называемый внутренним блок-эффектом.

Безопасность и контроль в физике ядерных реакторов

1) Дайте определение термина «Атомная станция»:

*Атомная станция: Ядерная установка для производства энергии в заданных режимах и условиях применения, располагающаяся в пределах определенной проектом территории, на которой для осуществления этой цели используется ядерный реактор (реакторы) и комплекс необходимых систем, устройств, оборудования и сооружений с необходимыми работниками (персоналом) (НП-001).*

2) Требования к лицам, допускающимся к работе с источниками излучения:

*К работе с источниками излучения допускаются лица не моложе 18 лет, не имеющие медицинских противопоказаний, отнесенные приказом руководителя к категории персонала группы А, прошедшие обучение по правилам работы с источником излучения и по радиационной безопасности, прошедшие инструктаж по радиационной безопасности.*

*На определенные виды деятельности допускается персонал группы А при наличии у них разрешений, выдаваемых органами государственного регулирования безопасности. Перечень специалистов указанного персонала, а также предъявляемые к ним квалификационные требования определяются Правительством Российской Федерации.*

3) Термин «Авария радиационная»:

*Авария радиационная - потеря управления источником ионизирующего излучения, вызванная неисправностью оборудования, неправильными действиями работников (персонала), стихийными бедствиями или иными причинами, которая могла привести или привела к облучению людей выше установленных норм или радиоактивному загрязнению окружающей среды.*

4) Термин «Загрязнение поверхности неснимаемое (фиксированное)»:

*Загрязнение поверхности неснимаемое (фиксированное) - радиоактивные вещества, которые не переносятся при контакте на другие предметы и не удаляются при дезактивации.*

5) Термин «Загрязнение поверхности снимаемое (нефиксированное)»:

*Загрязнение поверхности снимаемое (нефиксированное) - радиоактивные вещества, которые переносятся при контакте на другие предметы и удаляются при дезактивации.*

### ПК-3

Способен к созданию теоретических и математических моделей, описывающих физику кинетических явлений или процессы в реакторах, ускорителях

**Период окончания формирования компетенции: 4 семестр**

Дисциплины (модули) (блок 1 Блок: 5000)

Б1.В.13 Теория переноса излучений	2 семестр
Б1.В.03 Топливный цикл	3 семестр
Б1.В.04 Тепломассообмен в энергетическом оборудовании	2 семестр
Б1.В.09 Инструментальные и экспериментальные методы	

физики ядерных реакторов	3 семестр
Б1.В.11 Термогидравлические процессы в ядерных устройствах	3 семестр
Б1.В.14 Безопасность и контроль в физике ядерных реакторов	4 семестр

Дисциплины (модули) (Блок: 6000. Б2.Практика)

Б2.В.02(Н) Производственная практика, научно-исследовательская работа семестр	1, 2, 3
Б2.В.03(П) Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика)	3 семестр
Б2.В.04(Пд) Производственная практика, преддипломная	4 семестр

Дисциплины (модули) (блок 1 Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.1)

Б1.В.ДВ.03.01 Кинетика ядерных реакторов	2 семестр
--	-----------

Дисциплины (модули) (Блок: 6000. Б2.Практика)

Б2.В.03(П) Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика)	3 семестр
Б2.В.04(Пд) Производственная практика, преддипломная	4 семестр

**Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:**

- 1) Тестовые задания с выбором ответов

Теория переноса излучений

1. Основным эффектом, определяющим распространение гамма квантов в свинце при энергии  $<100$  кэВ является
  - a. Комptonовское рассеяние
  - b. Упругое рассеяние
  - c. Фотопоглощение
  - d. Рождение пар
2. Замедление нейтронов до тепловых энергий может происходить за счет ... взаимодействия с ядрами
  - a. Упругого потенциального
  - b. Неупругого
  - c. Резонансного
  - d. Всех вышеперечисленных
3. Основным эффектом, определяющим распространение гамма квантов в воде при энергии  $>1$  МэВ является
  - a. Комptonовское рассеяние
  - b. Упругое рассеяние
  - c. Фотопоглощение
  - d. Рождение пар
4. Упругое рассеяние нейтронов на ядрах вещества является в общем случае
  - a. Симметричным, не зависящим от атомной массы
  - b. Несимметричным, не зависящим от атомной массы
  - c. Симметричным, но зависящим от атомной массы

- d. Несимметричным, зависящим от атомной массы
5. Какие эффекты определяют распространение легких заряженных частиц (электронов, позитронов и т.д.) в веществе?
- Рассеяние в поле атомного ядра и электронов оболочки атома
  - Потери на возбуждение атомов среды.
  - Потери на ионизацию атомов среды.
  - Многократное кулоновское рассеяние и ионизационные потери.
6. Как зависит сечение фотопоглощения от атомного номера  $Z$ ?
- Пропорционально  $Z$ .
  - Пропорционально  $Z^{4,5}$ .
  - Пропорционально  $Z^2$ .
  - Пропорционально  $Z^3$ .
7. Как связаны величины длины диффузии нейтронов  $L$  и среднего смещения нейтрона от точки рождения  $R$ ?
- $L=R$
  - $L=0.5R$
  - $L^2=\frac{1}{6}R^2$
  - $L^2=\frac{1}{3}R^2$
8. Как связаны величины квадрата длины замедления (возраста) нейтронов  $\tau$  и среднего смещения нейтрона от точки рождения  $R$ ?
- $\tau=R$
  - $\tau=\frac{1}{6}R^2$
  - $\tau=0.5R$
  - $\tau=\frac{1}{3}R^2$
9. Плотность тока нейтронов – это
- Сумма числа нейтронов, проходящих через поверхность единичной площади, в двух противоположных направлениях, перпендикулярных поверхности, за единицу времени
  - Разность числа нейтронов, проходящих через поверхность единичной площади, в двух противоположных направлениях за единицу времени
  - Сумма числа нейтронов, проходящих через поверхность единичной площади, в двух противоположных направлениях за единицу времени
  - Разность числа нейтронов, проходящих через поверхность единичной площади, в двух противоположных направлениях, перпендикулярных поверхности, за единицу времени
10. Плотность потока частиц определяет
- Количество частиц, проходящих через поверхность единичной площади за единицу времени.
  - Количество частиц, проходящих через поверхность единичной площади за единицу времени в определенном направлении.
  - Количество частиц, проходящих через поверхность единичной площади за единицу времени и имеющих определенную энергию.
  - Количество частиц, проходящих через поверхность единичной площади.
11. Какой формулой описываются средние потери энергии заряженной частицы на единице длины пути в веществе?

- a. Формулой Резерфорда
  - b. Формулой Комптона
  - c. Формулой Бете-Блоха
  - d. Формулой Мольер
12. Макроскопическое сечение взаимодействия частиц с веществом – это
- a. Полное сечение взаимодействия частицы с ядром
  - b. Сечение взаимодействия со всеми ядрами в веществе.
  - c. Среднее количество взаимодействий с атомными ядрами на единицу длины пути в веществе.
  - d. Среднее количество взаимодействий с атомными ядрами за единицу времени.
13. Что называют пиком Брэгга при распространении тяжелых заряженных частиц в веществе?
- a. Форму угловой зависимости при многократном упругом рассеянии.
  - b. Форму угловой зависимости при многократном неупругом рассеянии.
  - c. Резкий рост радиационных потерь
  - d. Резкое возрастание ионизационных потерь в конце пробега частиц.
14. Что содержит наиболее полную информацию о стационарном поле излучения?
- a. Плотность потока частиц
  - b. Угловая зависимость плотности потока частиц
  - c. Энергетическая зависимость плотности потока частиц.
  - d. Энергетически-угловая плотность потока частиц
15. Почему средний угол отклонения от первоначального направления для тяжелых заряженных части много меньше, чем у легких, при одинаковых пробегах?
- a. Легкие заряженные частицы сильнее взаимодействуют с атомами.
  - b. Тяжелые заряженные частицы сильнее взаимодействуют с атомами.
  - c. Отклонение тяжелых заряженных частиц мало в силу законов сохранения импульса и энергии.
  - d. Отклонение легких заряженных частиц велико в силу большей вероятности ионизации.

#### Топливный цикл

1. Про что говорится: «отказ, выход из строя одного элемента системы»?
  - 1. Отказ единичный**
  2. Отказ по общей причине
  3. Системы безопасности
  4. Система
  
2. Про что говорится: «отказ двух и более систем, возникающие вследствие одной и той же причины»?
  1. Отказ единичный
  - 2. Отказ по общей причине**
  3. Системы безопасности
  4. Система

3. Про что говорится: «системы, предназначенные для выполнения функций безопасности»?
  1. Отказ единичный
  2. Отказ по общей причине
  - 3. Системы безопасности**
  4. Система
  
4. Про что говорится: «совокупность элементов, предназначенная для выполнения заданных функций»?
  1. Отказ единичный
  2. Отказ по общей причине
  3. Системы безопасности
  - 4. Система**
  
5. Системы и элементы объекта ЯТЦ различаются:
  1. по назначению
  2. по влиянию на безопасность
  3. по характеру выполняемых ими функций безопасности
  - 4. все перечисленное**
  
6. Системы и элементы безопасности объекта ЯТЦ различаются по характеру выполняемых ими функций безопасности и подразделяются на
  1. локализирующие; управляющие
  2. защитные; обеспечивающие; управляющие
  - 3. защитные; локализирующие; обеспечивающие; управляющие**
  4. защитные; локализирующие; управляющие
  
7. При оценке пригодности площадки для размещения объекта ЯТЦ должно быть рассмотрено:
  1. влияние на объект ЯТЦ явлений, процессов и факторов природного и техногенного происхождения, характерных для района размещения площадки
  - 2. влияние объекта ЯТЦ на другие объекты ЯТЦ, размещаемые на площадке, а также другие факторы, влияющие на безопасность объекта ЯТЦ, людей и окружающую среду**
  3. влияние объекта ЯТЦ на работников (персонал), население и окружающую среду
  4. возможность обеспечения безопасного транспортирования ядерных материалов, радиоактивных веществ и РАО на объекте ЯТЦ и за его пределы
  
8. Что должно быть предусмотрено в проекте объекта ЯТЦ?
  1. физическая защита объекта ЯТЦ, ядерных материалов, радиоактивных веществ и радиоактивных отходов
  2. система учета и контроля ядерных материалов
  3. система учета и контроля радиоактивных веществ и радиоактивных отходов
  - 4. все перечисленное**
  
9. Открытый ЯТЦ – это
  1. когда в качестве основного воспроизводящего нуклида используется  $\text{Th}^{232}$
  2. когда из облученного топлива извлекают воспроизводящие и делящиеся нуклиды с целью возврата их в ядерный топливный цикл

**3. когда облученное топливо без извлечения воспроизводящих и делящихся нуклидов, таких как Th, U и Pu, после промежуточного хранения отправляют на долговременное хранение непереработанного облученного топлива**

4. когда в качестве основного воспроизводящего нуклида используется  $U^{238}$

10. Замкнутый ЯТЦ – это

1. когда в качестве основного воспроизводящего нуклида используется  $Th^{232}$

**2. когда из облученного топлива извлекают воспроизводящие и делящиеся нуклиды с целью возврата их в ядерный топливный цикл**

3. когда облученное топливо без извлечения воспроизводящих и делящихся нуклидов, таких как Th, U и Pu, после промежуточного хранения отправляют на долговременное хранение непереработанного облученного топлива

4. когда в качестве основного воспроизводящего нуклида используется  $U^{238}$

11. Торий-урановый ЯТЦ – это

**1. когда в качестве основного воспроизводящего нуклида используется  $Th^{232}$**

2. когда из облученного топлива извлекают воспроизводящие и делящиеся нуклиды с целью возврата их в ядерный топливный цикл

3. когда облученное топливо без извлечения воспроизводящих и делящихся нуклидов, таких как Th, U и Pu, после промежуточного хранения отправляют на долговременное хранение непереработанного облученного топлива

4. когда в качестве основного воспроизводящего нуклида используется  $U^{238}$

12. Уран-плутониевый ЯТЦ – это

1. когда в качестве основного воспроизводящего нуклида используется  $Th^{232}$

2. когда из облученного топлива извлекают воспроизводящие и делящиеся нуклиды с целью возврата их в ядерный топливный цикл

3. когда облученное топливо без извлечения воспроизводящих и делящихся нуклидов, таких как Th, U и Pu, после промежуточного хранения отправляют на долговременное хранение непереработанного облученного топлива

**4. когда в качестве основного воспроизводящего нуклида используется  $U^{238}$**

13. Для управления технологическими процессами и оборудованием систем

объекта ЯТЦ в объеме, обоснованном в проекте, должны предусматриваться:

1. пункт (щит) управления

2. местные пункты (щиты) управления

3. управляющие системы нормальной эксплуатации

**4. все перечисленное**

14. МОКС-топливо – это

**1. смешанное оксидное уран-плутониевое топливо, предназначенное для использования в реакторах на быстрых нейтронах**

2. смешанное оксидное урановое топливо, предназначенное для использования в реакторах на быстрых нейтронах
3. смешанное оксидное уран-плутониевое топливо, предназначенное для использования в реакторах ВВЭР
4. смешанное оксидное плутониевое топливо, предназначенное для использования в реакторах на быстрых нейтронах

#### 15.РЕМИКС-топливо – это

- 1. инновационное топливо для реакторов ВВЭР, которое получают из смеси регенерированного урана и плутония, образующейся при переработке отработавшего ядерного топлива**
2. инновационное топливо для реакторов РБМК, которое получают из смеси регенерированного урана и плутония, образующейся при переработке отработавшего ядерного топлива
3. инновационное топливо для реакторов БН, которое получают из смеси регенерированного урана и плутония, образующейся при переработке отработавшего ядерного топлива
4. инновационное топливо для реакторов ВВЭР, которое получают из смеси регенерированного урана и тория, образующейся при переработке отработавшего ядерного топлива

#### Инструментальные и экспериментальные методы физики ядерных реакторов

1. Сколько ТВС входят в состав АЗ реактора?
  - 1. 163**
  2. 12
  3. 1080
  4. 254
  
2. Как закреплены ТВЭЛы в дистанционирующих решетках УТВС?
  1. Прикреплены с помощью сварки только к центральной решетке
  2. Посадкой с натягом, исключающей перемещение
  - 3. С возможностью перемещения**
  4. С помощью сварки
  
3. Какова роль регулирующего клапана?
  1. Для снабжения турбины паром
  - 2. Для изменения расхода пара в турбину**
  3. Для обеспечения плотности закрытия доступа пара в турбину
  4. Отсекать доступ пара в проточную часть турбины
  
4. Сколько ступеней имеет импульсный насос системы регулирования?
  1. 1
  - 2. 2**
  3. 3
  4. 4
  
5. Сколько аварийных упоров установлено в районе электродвигателя ГЦН?
  1. 2
  2. 3
  3. 1
  - 4. 0**
  
6. Сколько страховочных тяг установлено в районе электродвигателя ГЦН?
  - 1. Отсутствуют**

2. 3
  3. 2
  4. 1
7. Закончите фразу: «Сепарационные устройства состоят из пакетов волнистой формы. Конструкция пакета включает в себя установленный за жалюзи паровой дырчатый лист. Он предназначен для...»
    1. Для предотвращения попадания влажного пара в паровой коллектор
    - 2. Для выравнивания полей скоростей пара**
    3. Для выравнивая паровой нагрузки
    4. Для окончательной осушки пара
  8. Какие аварийные сигналы шунтируются с выдержкой по времени?
    1. От АКНП мощность менее 75% от номинальной
    2. От АКНП мощность менее 5% от номинальной
    - 3. По состоянию ГЦН 1,2,3,4**
    4. Все аварийные сигналы шунтируются с выдержкой времени 5 или 50 секунд
  9. Где расположен пружинный блок, обеспечивающий возврат в исходное положение подвижного полюса?
    1. В нижней части несущей трубы
    2. На несущей трубе
    3. В верхней части несущей трубы
    - 4. В районе неподвижного полюса запирающего магнита**
  10. Какую мощность потребляет один блок ТЭН в номинальном режиме КД?
    - 1. 90 кВт**
    2. 85 кВт
    3. 95 кВт
    4. 125 кВт
  11. Назовите, ка кой группе оборудования относится корпус реактора
    1. к группе В
    2. к группе С
    - 3. к группе А**
    4. к группе А и В
  12. Если пострадавший продолжает соприкасаться с токоведущими частями какие действия должны быть предприняты лицом, оказывающим помощь в первую очередь?
    1. Немедленно вызвать скорую помощь
    - 2. Быстро освободить пострадавшего от действия электрического тока**
    3. Немедленно доложить мастеру или начальнику цеха
    4. Отключить питание токоведущей части
  13. Как оказывать первую помощь при попадании едкой щелочи ее паров в глаза.
    1. Промыть большим количеством воды в течение 10-15 минут
    2. Промыть водой в течении 5 минут. И делать примочки из 10%-ного раствора пит.
    3. Промывать глаза большим количеством воды, а затем 2%-ным раствором борной кислоты.
    - 4. Раздвинуть веки и промыть глаза под струей холодной воды от носа к наружи глаз. Вызвать скорую помощь**

14. Определите, какие из характеристик НЕ соответствуют типу парогенератора ПГВ-100

1. С погруженным дырчатым листом
- 2. С системой принудительной циркуляции котловой воды**
3. Однокорпусной
4. Горизонтальный

15. Укажите, к какой группе уплотнений относится уплотнение вала ГЦН-195

- 1. Контактные-торцевые-гидродинамические**
2. Бесконтактные щелевые
3. Контактные-сальниковые
4. Контактно-торцевые-гидростатические

Термогидравлические процессы в ядерных устройствах

1. Что называют гидравликой?

- 1) науку, которая изучает равновесие и движение жидкостей;**
- 2) науку, которая изучает движение водных потоков;
- 3) науку, которая изучает положение жидкостей в пространстве;
- 4) науку, которая изучает взаимодействие водных потоков.

2. Какое физическое вещество называется жидкостью?

- 1) которое способно заполнять всё свободное пространство;
- 2) которое может видоизменять свой объём;
- 3) которое видоизменяет форму в результате воздействия сил;**
- 4) способное к текучести.

3. Укажите разновидность жидкой субстанции, не являющейся газообразной.

- 1) жидкий азот;
- 2) водород;
- 3) ртуть;**
- 4) кислород.

4. Что такое идеальная жидкость?

- 1) пригодная к применению;
- 2) без внутреннего трения;**
- 3) способная к сжатию;
- 4) которая существует исключительно в ряде условий.

5. Какой может быть внешняя сила, воздействующая на жидкую субстанцию?

- 1) инерциальная, поверхностная;
- 2) поверхностная, внутренняя;
- 3) тяготения, давления;
- 4) массовая, поверхностная.**

6. Дайте определение понятию сжимаемости для жидких субстанций.

- 1) видоизменение формы в результате действия давления;
- 2) сопротивление воздействию давления, без видоизменения формы;
- 3) изменение объёма в результате действия давления;**
- 4) сопротивление воздействию давления с видоизменением формы.

7. Какой коэффициент характеризует сжимаемость жидкой субстанции?

- 1) **объёмного сжатия;**
- 2) Джоуля;
- 3) температурный;
- 4) возрастания.

8. Что не характеризует вязкость жидкой субстанции?

- 1) **статический коэффициент вязкости;**
- 2) кинематический вязкостный коэффициент;
- 3) динамический коэффициент вязкости;
- 4) градус Энглера.

9. Какой из перечисленных процессов не характерен для окисления жидкостей?

- 1) выпадение осадка в виде смолы;
- 2) изменение цвета жидкой субстанции;
- 3) **увеличение вязкости;**
- 4) выпадение осадка в виде шлака.

10. О чём говорит второе правило о свойствах гидростатического давления?

- 1) **об отсутствии изменений, независимо от направления;**
- 2) о постоянстве и перпендикулярному расположению относительно стенок резервуара;
- 3) об изменении, в зависимости от месторасположения;
- 4) об отсутствии изменений в горизонтальной плоскости.

11. Название объёма жидкости, протекающей за единицу времени через живое сечение –

- 1) **расход потока;**
- 2) объёмное течение;
- 3) быстрота потока;
- 4) скорость течения.

12. Определение отношения расхода жидкой субстанции к площади живого сечения –

- 1) средний расход текущего потока;
- 2) наибольшая быстрота течения;
- 3) **средняя быстрота потока;**
- 4) наименьший расход течения.

13. Что называют гидравлическим сопротивлением?

- 1) сопротивление жидкой субстанции к деформации формы собственного русла;
- 2) сопротивление, которое препятствует прохождению жидкой субстанции;
- 3) сопротивление, характеризующееся падением скорости движения жидкой субстанции через трубопровод;
- 4) **сопротивление трубопровода, сопровождаемое энергетическими потерями жидкой субстанции.**

14. Назовите источник энергетических потерь движущейся жидкой субстанции.

- 1) объём;
- 2) расход жидкой субстанции;
- 3) вязкость;**
- 4) перенаправление жидкой субстанции.

15. Чем характерен турбулентный режим движения жидкой субстанции?

- 1) послойным движением частиц жидкой субстанции;
- 2) беспорядочным и одновременно послойным движением частиц жидкой субстанции;
- 3) бессистемным движением частиц жидкости внутри трубопровода;**
- 4) послойным движением частиц жидкой субстанции исключительно в центральной части трубопровода.

Безопасность и контроль в физике ядерных реакторов

1. Борное регулирование — это

- А) управление интенсивностью цепной реакции деления (реактивностью) в двухконтурных водо-водяных ядерных реакторах.*
- Б) управление интенсивностью цепной реакции деления (реактивностью) в одноконтурных водо-водяных ядерных реакторах.
- В) управление интенсивностью цепной реакции деления (реактивностью) в РБМК.

2. Система внутрореакторного контроля (СВРК) –

- А) это система контроля ядерного реактора, которая даёт сведения о параметрах и характеристиках активной зоны, необходимых для обеспечения проектного технологического режима эксплуатации активной зоны ядерного реактора.*
- Б) это ПО ядерного реактора, которое даёт сведения о параметрах и характеристиках активной зоны, необходимых для обеспечения проектного стационарного режима эксплуатации активной зоны ядерного реактора.

3. Датчик прямого заряда (ДПЗ) (несколько вариантов ответа) -

- А) датчики с принудительным собиранием заряда и датчики, генерирующие электрический заряд.*
- Б) эмиссионный детектор прямого заряда.
- В) детектор P-Z типа.
- Г) датчик позитронного заряда.

4. Какие категории облучаемых лиц существуют? (несколько вариантов ответа)

- А) персонал группы А.*
- Б) персонал группы Б.*
- В) население.*
- Г) Персонал группы А, Б, В, население и животные.

5. При планировании и проведении мероприятий по обеспечению радиационной безопасности, принятии решений в области обеспечения радиационной безопасности, анализе эффективности указанных мероприятий органами государственной власти, органами местного самоуправления, а также организациями, осуществляющими деятельность с использованием источников ионизирующего излучения, проводится оценка радиационной безопасности по следующим основным показателям (несколько вариантов ответа):

- А) характеристика радиоактивного загрязнения окружающей среды.*
- Б) анализ обеспечения мероприятий по радиационной безопасности и выполнения норм, правил и гигиенических нормативов в области радиационной безопасности.*

*В) вероятность радиационных аварий и их масштаб.*

*Г) степень готовности к эффективной ликвидации радиационных аварий и их последствий.*

6. Для того чтобы цепной реакции считалась управляемой коэффициент размножения нейтронов должен быть...

А) много меньше нуля.

Б) много больше единицы.

В) примерно равен нулю.

Г) около единицы.

7. Какие материалы могут быть использованы в качестве замедлителя нейтронов? (несколько вариантов ответа)

А) материал должен состоять из «лёгких» молекул.

Б) материал должен обладать значимой физической плотностью.

В) материал замедлителя не должен интенсивно поглощать нейтроны уже после их замедления.

Г) материал должен состоять из «тяжелых» молекул.

8. КИУМ — это

А) коэффициент использования установленной мощности.

Б) коэффициент ионизирующей установленной мощности.

9) САОР – это

А) Система аварийного охлаждения реактора.

Б) Система аварийного останова реактора.

10) Как работает ускоренная предупредительная защита реактора?

А) служит для быстрой разгрузки блока до уровня мощности 40-50%.

Б) служит для быстрой разгрузки блока до уровня мощности 10-20%.

В) служит для быстрого останова реактора.

11) Йодная яма – это

А) состояние ядерного реактора после его выключения либо снижения его мощности, характеризующееся накоплением короткоживущего изотопа ксенона  $^{135}\text{Xe}$ , образующегося в результате радиоактивного распада изотопа иода  $^{135}\text{I}$ .

Б) состояние ядерного реактора после его выключения либо снижения его мощности, характеризующееся накоплением короткоживущего изотопа ксенона  $^{135}\text{I}$ , образующегося в результате радиоактивного распада изотопа иода  $^{135}\text{Xe}$ .

12) Шлакование топлива – это

А) это процесс накопления в работающем реакторе стабильных и долгоживущих продуктов деления, участвующих в непроизводительном захвате тепловых нейтронов и, тем самым, понижающих запас реактивности реактора.

Б) это процесс накопления в работающем реакторе изотопов, участвующих в непроизводительном захвате тепловых нейтронов и, тем самым, понижающих запас реактивности реактора.

13) Мощностной коэффициент реактивности – это

А) величина, характеризующая изменение реактивности ядерного реактора, вызванное изменением мощности.

Б) величина, характеризующая тепловую мощность реактора.

В) величина, характеризующая электрическую мощность реактора.

14) Индивидуальный дозиметрический контроль (ИДК) – это

А) мониторинг профессионального облучения работников в организации, которые взаимодействуют с источниками ионизирующих излучений.

Б) мониторинг профессионального облучения работников группы А и Б в организации, которые взаимодействуют с источниками ионизирующих излучений.

15) Эквивалентная доза в хрусталике глаза для населения меньше, чем для персонала группы А в х раз.

- А) 10.
- Б) 2.
- В) 5.
- Г) 20.

#### 1) Тестовые задания без выбора ответов

#### Теория переноса излучений

1. Направляющий вектор  $\Omega$  обычно выражают в сферической системе координат. Считая эти координаты заданными, выразить  $\Omega$  в декартовой системе и цилиндрической системах координат. Ответ  $\Omega = \sin\theta \cos\psi \cdot i + \sin\theta \sin\psi \cdot j + \cos\theta \cdot k$ .
2. Пусть в заданной точке пространства  $r$  угловая плотность потока частиц изотропна, т.е. описывается выражением  $\phi(r, \Omega) = F(r) / 4\pi$ . Определить: а) плотность потока в положительную полусферу направлений (вперед); б) проекцию угловой плотности тока на направление, задаваемое единичным вектором  $k$ ; в) интегральную плотность тока. Ответ а)  $\phi^+(r) = F(r)/2$ ; б)  $(k \cdot \Omega) / 4\pi$ ; в)  $J = F r \Omega k$ .
3. Найти угловую плотность потока частиц в произвольной точке над плоским изотропным источником, испускающим  $v$  част./ $(\text{см}^2 \cdot \text{с})$ . Ответ:  $v/(4\pi\mu), \mu > 0; \mu < 0$
4. Изотропный поверхностный источник, испускающий  $v$  част./ $(\text{см}^2 \cdot \text{с})$ , равномерно покрывает поверхность полусферы радиусом  $R$ . Предполагая отсутствие поглощения внутри сферы, найти плотности потока и тока частиц в центре сферы. Ответ  $\phi = v/2$ ;  $J = v/4$ .
5. Точечный изотропный источник  $\gamma$ -излучения, испускающий  $3,7 \cdot 10^{10}$  частиц/с, находится в непоглощающей и нерассеивающей среде на расстоянии 100 см от облучаемого образца из алюминия объемом 0,1 см<sup>3</sup>. Определить сечение некогерентного рассеяния фотонов на электронах, если в единицу времени в образце рассеивается  $1,5 \cdot 10^4$  фотонов. Ответ  $0,65 \cdot 10^{-24} \text{см}^2$ .
6. Определить максимально возможную энергию фотонов после комптоновского рассеяния на угол  $\theta = 180^\circ$ . Ответ  $E_{\text{max}} = 0,255 \text{ МэВ}$ .
7. Рассчитать полное микроскопическое сечение взаимодействия гамма-излучения для этилового спирта  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ , имеющего плотность 0,79 г/см<sup>3</sup>, для энергии 0,08 МэВ. Ответ  $0,139 \text{ см}^2$
8. Вычислить степень анизотропии углового распределения фотонов при комптоновском рассеянии для начальных энергий, равных 0,01; 0,1 и 10,0 МэВ, понимая под этим отношение вероятностей рассеяния на углы  $\theta$ , равные  $0^\circ$  и  $180^\circ$ . Ответ 1,24; 2,02; 83,0.
9. Найти связь между углами упругого рассеяния нейтронов на ядре водорода в лабораторной системе координат  $\theta_s$  и в системе центра инерции  $\theta_c$ . Ответ  $\cos \theta_s = \cos \theta_c/2$ .
10. Пусть нейтрон испытывает неупругое рассеяние на первом уровне возбуждения  $^{56}\text{Fe}$  ( $Q = -0,845 \text{ МэВ}$ ). Определить: а) при какой минимальной начальной энергии возможно это рассеяние; б) при какой минимальной начальной энергии возможно рассеяние на углы  $\theta_s$ , равные  $45^\circ$  и  $90^\circ$ . Ответ а) 0,860 МэВ; б) 0,8602 МэВ; 0,8603 МэВ.

11. Покажите, что средние потери энергии при изотропном упругом рассеянии на ядре массой  $A$  равны  $\Delta E = 2E_0A/(A+1)^2$
12. Получить решение уравнения элементарной теории диффузии в бесконечной однородной среде для точечного и плоского изотропных источников единичной мощности. Ответ  $\varphi(r) = \frac{1}{4\pi B} \frac{\exp(-\frac{r}{L})}{r}$ ,  $\varphi(z) = \frac{1}{2\Sigma_0 L} \exp(-|z|/L)$ .
13. В приближении элементарной теории диффузии найти критический размер шара из  $^{235}\text{U}$ . Считать, что нейтроны, рождающиеся при делении, имеют одну энергию, которая не изменяется в процессе диффузии. При расчетах принять  $\Sigma_a = 0,357 \text{ см}^{-1}$ ;  $\Sigma_s = 0,393 \text{ см}^{-1}$ ;  $\Sigma_f = 0,193 \text{ см}^{-1}$ ;  $\nu = 2,46$ . Ответ 6,52 см;
14. Получить решение уравнения возраста для плоского моноэнергетического источника единичной поверхностной мощности в бесконечной однородной среде. Ответ
- $$q(z, \tau) = \frac{1}{\sqrt{4\pi\tau}} \exp\left(-\frac{z^2}{4\tau}\right)$$
15. Коллимированный пучок фотонов нормально падает на полубесконечную среду, в которой излучение испытывает изотропное рассеяние без изменения энергии. В приближении однократного рассеяния определить зависимость обратного выхода излучения от расстояния  $r$  до точки падения излучения на среду при условии, что  $r \gg 1/\mu$ . Ответ  $f(r) \exp(-\Sigma r)$ .

#### Топливный цикл

##### 1. Дайте определение ядерного топливного цикла.

Ядерный топливный цикл – комплекс мероприятий для обеспечения функционирования ядерных реакторов, осуществляемых в системе предприятий, связанных между собой потоком ядерного материала и включающих урановые рудники, заводы по переработке урановой руды, конверсии урана, обогащению и изготовлению топлива, ядерные реакторы, хранилища отработавшего топлива, заводы по переработке отработавшего топлива и связанные с ними промежуточные хранилища и хранилища для захоронения радиоактивных отходов

##### 2. Дайте определение замкнутого ядерного топливного цикла.

Замкнутый ядерный топливный цикл – ядерный топливный цикл, в котором отработавшее ядерное топливо, выгруженное из реактора, перерабатывается для извлечения урана и плутония для повторного изготовления ядерного топлива.

##### 3. Дайте определение незамкнутого ядерного топливного цикла.

Незамкнутый ядерный топливный цикл – ядерный топливный цикл, в котором отработавшее ядерное топливо, выгруженное из реактора, не перерабатывается и рассматривается как радиоактивные отходы.

##### 4. Что такое расширенное воспроизводство ядерного топлива?

Расширенное воспроизводство ядерного топлива – воспроизводство ядерного топлива с коэффициентом конверсии, большим 1. В этом случае, делящегося материала нарабатывается больше, чем "сгорает" в реакторе.

##### 5. Что из себя представляет завершающая часть ядерного топливного цикла?

Завершающая часть ядерного топливного цикла – деятельность, включающая транспортировку, хранение, переработку отработавшего ядерного топлива, обращение с радиоактивными отходами и их захоронение.

Инструментальные и экспериментальные методы физики ядерных реакторов

### **1. Дайте определение активной зоне и отражателю.**

Активная зона – это часть реактора, в которой может протекать самоподдерживающаяся цепная реакция деления. Материалы, примыкающие к активной зоне и возвращающие часть уходящих из нее нейтронов обратно, в совокупности образуют отражатель.

### **2. Расскажите про основные особенности нейтронной реакции деления.**

Основные особенности нейтронной реакции деления: а) образование осколков деления; б) образование новых свободных нейтронов при делении; в) радиоактивность осколков деления, обуславливающая их дальнейшие трансформации к более устойчивым образованиям, из-за чего возникает ряд побочных эффектов – как позитивных, полезных, так и негативных, которые следует обязательно учитывать при проектировании, постройке и эксплуатации ядерных реакторов; г) высвобождение энергии при делении – главное свойство реакции деления, позволяющее создать энергетический ядерный реактор.

### **3. Дайте определение плотности потока нейтронов.**

Плотность тока нейтронов – это вектор, модуль которого численно равен разности чисел нейтронов, ежесекундно пересекающих единичную плоскую площадку, перпендикулярную направлению этого вектора, в двух противоположных направлениях

### **4. Что такое поколение нейтронов и эффективный коэффициент размножения нейтронов.**

Поколение нейтронов в реакторе – это совокупность нейтронов, рождаемых в активной зоне реактора одновременно или в очень короткий (по сравнению со временем их свободного существования) промежуток времени. Величина, представляющая собой отношение чисел нейтронов рассматриваемого и непосредственно предшествующего ему поколений, называется эффективным коэффициентом размножения нейтронов в реакторе.

### **5. Дайте определение внешнего и внутреннего блок-эффекта.**

Эффект уменьшения плотности потока тепловых нейтронов при их диффузии в замедлителе по направлению к топливному блоку, обусловленный поглощающими свойствами реального замедлителя, называемый внешним блок-эффектом. Эффект более значительного уменьшения плотности потока тепловых нейтронов при их диффузии от периферии к оси топливного блока, определяемый сильными поглощающими свойствами топливного блока, называемый внутренним блок-эффектом.

Термогидравлические процессы в ядерных устройствах

### **1. Что такое свободная или естественная конвекция и за счет чего она создается?**

Если движение элементов объема среды вызвано наличием в ней температурных разностей, а, следовательно, разных плотностей, то такая конвекция называется свободной или естественной. Она создается за счет того, что более холодные частицы жидкости или газа, имеющие большую плотность, под действием

гравитационного поля Земли опускается вниз, а более нагретые под действием архимедовой силы поднимаются вверх

## 2. Что выражает собой коэффициент вязкости?

Коэффициент вязкости выражает собой силу трения, приходящуюся на единицу поверхности соприкосновения двух жидких слоев, «скользящих» друг по другу при условии, что на единицу длины нормали к поверхности скорость движения изменяется на единицу

## 3. В чем состоит процесс диссипации?

Существование процесса диссипации состоит в том, что часть механической энергии движущейся жидкости переходит в тепловую и вызывает нагревание жидкости.

## 4. Что такое пограничный слой?

Пограничным слоем называется область движения вязкой теплопроводной жидкости, характеризующаяся малой толщиной и большим поперечным градиентом скорости, изменением которой обусловлен процесс переноса теплоты, вещества и количества движения

## 5. Объясните в чем разница характера омывания труб в коридорном и шахматном порядке.

Условия омывания труб первого ряда обоих пучков примерно такие же, как и в случае одиночной трубы. Теплоотдача первого ряда определяется начальной турбулентностью набегающего потока. В последующих рядах характер омывания меняется за счет дополнительной турбулизации потока впереди расположенными трубами, поэтому теплоотдача от них то же меняется. При коридорном расположении труб, трубы следующего по ходу движения воды ряда коридорного пучка «затенены» трубами предыдущего ряда. Между ними создается застойная зона с пониженной циркуляцией жидкости, что приводит к снижению теплоотдачи в лобовой и кормовой частях труб. В шахматном пучке характер омывания практически одинаков во всех рядах.

Безопасность и контроль в физике ядерных реакторов

1) Дайте определение термина «Атомная станция»:

*Атомная станция: Ядерная установка для производства энергии в заданных режимах и условиях применения, располагающаяся в пределах определенной проектом территории, на которой для осуществления этой цели используется ядерный реактор (реакторы) и комплекс необходимых систем, устройств, оборудования и сооружений с необходимыми работниками (персоналом) (НП-001).*

2) Требования к лицам, допускающимся к работе с источниками излучения:

*К работе с источниками излучения допускаются лица не моложе 18 лет, не имеющие медицинских противопоказаний, отнесенные приказом руководителя к категории персонала группы А, прошедшие обучение по правилам работы с источником излучения и по радиационной безопасности, прошедшие инструктаж по радиационной безопасности.*

*На определенные виды деятельности допускается персонал группы А при наличии у них разрешений, выдаваемых органами государственного регулирования безопасности. Перечень специалистов указанного персонала, а также предъявляемые к ним квалификационные требования определяются Правительством Российской Федерации.*

3) Термин «Авария радиационная»:

*Авария радиационная - потеря управления источником ионизирующего излучения, вызванная неисправностью оборудования, неправильными действиями работников (персонала), стихийными бедствиями или иными причинами, которая могла привести или привела к облучению людей выше установленных норм или радиоактивному загрязнению окружающей среды.*

4) Термин «Загрязнение поверхности неснимаемое (фиксированное)»:

*Загрязнение поверхности неснимаемое (фиксированное) - радиоактивные вещества, которые не переносятся при контакте на другие предметы и не удаляются при дезактивации.*

5) Термин «Загрязнение поверхности снимаемое (нефиксированное)»:

*Загрязнение поверхности снимаемое (нефиксированное) - радиоактивные вещества, которые переносятся при контакте на другие предметы и удаляются при дезактивации.*

## ПК-4

Способен использовать фундаментальные законы в области физики атомного ядра и частиц, ядерных реакторов, конденсированного состояния вещества, экологии в объеме, достаточном для самостоятельного комбинирования и синтеза реальных идей

**Период окончания формирования компетенции: 4 семестр**

Дисциплины (модули) (блок 1 Блок: 5000)

Б1.В.13 Теория переноса излучений	2 семестр
Б1.В.12 Ядерные модели	4 семестр

Дисциплины (модули) (блок 1 Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.3)

Б1.В.ДВ.03.02 Ядерные реакции	2 семестр
-------------------------------	-----------

Дисциплины (модули) (Блок: 6000. Б2.Практика)

Б2.В.02(Н) Производственная практика, научно-исследовательская работа	1,2,3 семестр
Б2.В.04(Пд) Производственная практика, преддипломная	4 семестр

Дисциплины (модули) (Блок: 7000. Б3.Государственная итоговая аттестация)

Б3.01(Д) Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы	4 семестр
---	-----------

**Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:**

- 1) Тестовые задания с выбором ответов

Теория переноса излучений

1. Основным эффектом, определяющим распространение гамма квантов в свинце при энергии  $<100$  кэВ является
  - a. Комptonовское рассеяние
  - b. Упругое рассеяние
  - c. Фотопоглощение
  - d. Рождение пар
2. Замедление нейтронов до тепловых энергий может происходить за счет ... взаимодействия с ядрами
  - a. Упругого потенциального
  - b. Неупругого
  - c. Резонансного
  - d. Всех вышеперечисленных
3. Основным эффектом, определяющим распространение гамма квантов в воде при энергии  $>1$  МэВ является
  - a. Комptonовское рассеяние
  - b. Упругое рассеяние
  - c. Фотопоглощение
  - d. Рождение пар
4. Упругое рассеяние нейтронов на ядрах вещества является в общем случае
  - a. Симметричным, не зависящим от атомной массы

- b. Несимметричным, не зависящим от атомной массы
  - c. Симметричным, но зависящим от атомной массы
  - d. Несимметричным, зависящим от атомной массы
5. Какие эффекты определяют распространение легких заряженных частиц (электронов, позитронов и т.д.) в веществе?
- a. Рассеяние в поле атомного ядра и электронов оболочки атома
  - b. Потери на возбуждение атомов среды.
  - c. Потери на ионизацию атомов среды.
  - d. Множественное кулоновское рассеяние и ионизационные потери.
6. Как зависит сечение фотопоглощения от атомного номера  $Z$ ?
- a. Пропорционально  $Z$ .
  - b. Пропорционально  $Z^{4,5}$ .
  - c. Пропорционально  $Z^2$ .
  - d. Пропорционально  $Z^3$ .
7. Как связаны величины длины диффузии нейтронов  $L$  и среднего смещения нейтрона от точки рождения  $R$ ?
- a.  $L=R$
  - b.  $L=0.5R$
  - c.  $L^2=\frac{1}{6}R^2$
  - d.  $L^2=\frac{1}{3}R^2$
8. Как связаны величины квадрата длины замедления (возраста) нейтронов  $\tau$  и среднего смещения нейтрона от точки рождения  $R$ ?
- a.  $\tau=R$
  - b.  $\tau=\frac{1}{6}R^2$
  - c.  $\tau=0.5R$
  - d.  $\tau=\frac{1}{3}R^2$
9. Плотность тока нейтронов – это
- a. Сумма числа нейтронов, проходящих через поверхность единичной площади, в двух противоположных направлениях, перпендикулярных поверхности, за единицу времени
  - b. Разность числа нейтронов, проходящих через поверхность единичной площади, в двух противоположных направлениях за единицу времени
  - c. Сумма числа нейтронов, проходящих через поверхность единичной площади, в двух противоположных направлениях за единицу времени
  - d. Разность числа нейтронов, проходящих через поверхность единичной площади, в двух противоположных направлениях, перпендикулярных поверхности, за единицу времени
10. Плотность потока частиц определяет
- a. Количество частиц, проходящих через поверхность единичной площади за единицу времени.
  - b. Количество частиц, проходящих через поверхность единичной площади за единицу времени в определенном направлении.
  - c. Количество частиц, проходящих через поверхность единичной площади за единицу времени и имеющих определенную энергию.
  - d. Количество частиц, проходящих через поверхность единичной площади.

11. Какой формулой описываются средние потери энергии заряженной частицы на единице длины пути в веществе?
- Формулой Резерфорда
  - Формулой Комптона
  - Формулой Бете-Блоха
  - Формулой Мольера
12. Макроскопическое сечение взаимодействия частиц с веществом – это
- Полное сечение взаимодействия частицы с ядром
  - Сечение взаимодействия со всеми ядрами в веществе.
  - Среднее количество взаимодействий с атомными ядрами на единице длины пути в веществе.
  - Среднее количество взаимодействий с атомными ядрами за единицу времени.
13. Что называют пиком Брэгга при распространении тяжелых заряженных частиц в веществе?
- Форму угловой зависимости при многократном упругом рассеянии.
  - Форму угловой зависимости при многократном неупругом рассеянии.
  - Резкий рост радиационных потерь
  - Резкое возрастание ионизационных потерь в конце пробега частиц.
14. Что содержит наиболее полную информацию о стационарном поле излучения?
- Плотность потока частиц
  - Угловая зависимость плотности потока частиц
  - Энергетическая зависимость плотности потока частиц.
  - Энергетически-угловая плотность потока частиц
15. Почему средний угол отклонения от первоначального направления для тяжелых заряженных частиц много меньше, чем у легких, при одинаковых пробегах?
- Легкие заряженные частицы сильнее взаимодействуют с атомами.
  - Тяжелые заряженные частицы сильнее взаимодействуют с атомами.
  - Отклонение тяжелых заряженных частиц мало в силу законов сохранения импульса и энергии.
  - Отклонение легких заряженных частиц велико в силу большей вероятности ионизации.

#### Ядерные модели

1. Дипольный электрический момент ядра обращается в ноль только в случае, когда спин ядра  $J$  равен:

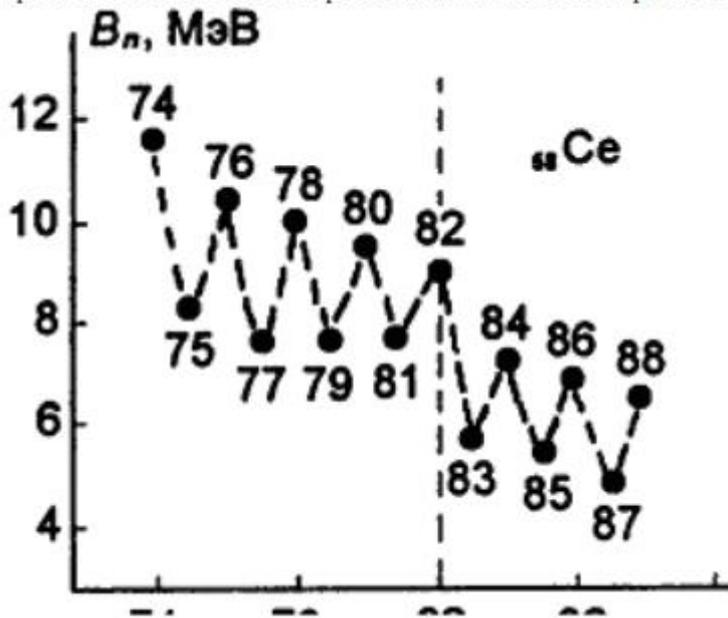
- $J = 0$  или  $J = 1/2$
- $J$  принимает четные значения
- только в случае, если  $J = 0$

#### **4) во всех случаях**

2. Наблюдаемый квадрупольный момент несферического ядра обращается в ноль только в случае:

- \_ спин ядра  $J = 0$
- \_ спин ядра  $J = 0$  или  $J = 1$
- \_ спин ядра  $J$  принимает четные значения
- \_ **спин ядра  $J = 0$  или  $J = 1/2$**

3. График зависимости энергии отделения нейтрона от ядра  $^{58}\text{Ce}$ , показанный на рисунке, можно объяснить:

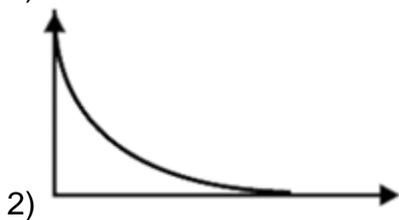


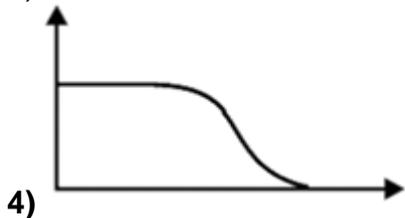
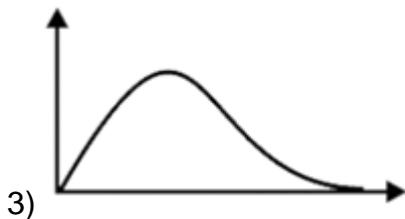
- 1) кулоновским взаимодействием
- 2) отталкиванием между нейтронами
- 3) изменением энергии симметрии
- 4) спариванием нейтронов**

4. Возможные значения изоспина ядра  $I$  лежат в интервале:

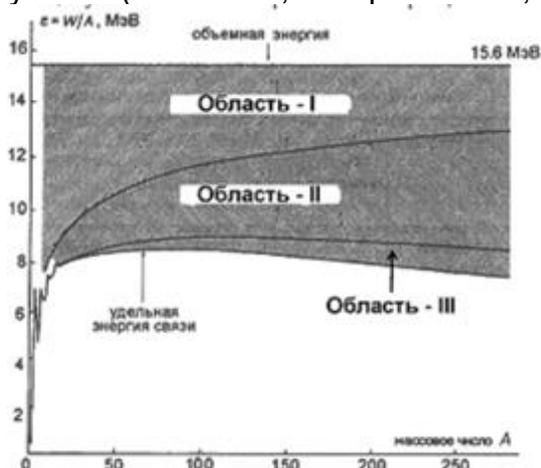
- 1)  $-\left|\frac{Z-N}{2}\right| \leq I \leq \left|\frac{Z-N}{2}\right|$
- 2)  $-\frac{A}{2} \leq I \leq \frac{A}{2}$
- 3)  $0 \leq I \leq \left|\frac{Z-N}{2}\right|$
- 4)  $-\left|\frac{Z-N}{2}\right| \leq I \leq \frac{A}{2}$**

5) Распределение заряда в тяжёлом ядре  $\rho(r)$  описывается рисунком:





6. На рисунке показан вклад различных видов энергии в удельную энергию связи нуклона (объёмная, поверхностная, кулоновская и энергия симметрии).



Области графика, соответствующие вкладу этих энергий:

- 1) I – поверхностная, II – объёмная, III – кулоновская
- 2) I – объёмная, II – симметрии, III – кулоновская
- 3) I – поверхностная, II – кулоновская, III – симметрии**
- 4) I – кулоновская, II – поверхностная, III – симметрии

7. Какая из моделей ядер лучше всего описывает характеристики магических ядер:

1. капельная модель ядра
2. обобщенная модель ядра
3. модель Ферми-газа
- 4. оболочечная модель ядра**

8. Какая из моделей ядер лучше всего описывает характеристики деформированных тяжелых ядер:

1. капельная модель ядра
- 2. обобщенная модель ядра**
3. модель Ферми-газа
4. оболочечная модель ядра

9. Параметр делимости ядра, полученный в рамках капельной модели и определяющий устойчивость ядра по отношению к делению равен

- 1.  $Z^2/A$**
2.  $A/Z$
3.  $Z/A$
4.  $Z/A^2$

10. В оболочечной модели ядра при описании сферических ядер считают:

**1) нуклоны движутся независимо друг от друга в усреднено центрально-симметричном поле**

2) нуклоны взаимодействуют друг с другом ядерными силами парного характера  
 3) нуклоны не взаимодействуют друг с другом

4) каждый нуклон создает свое поле

11. Ядра с полностью заполненными оболочками, у которых число протонов  $Z$  или нейтронов  $N$  равно одному из чисел: 2, 8, 20, 28, 50, 82, 126, являются наиболее устойчивыми и называются

**1) магическими**

2) волшебными

3) стабильными

4) странными

12. В модели Ферми-газа ядро представляют как

**1) нуклоны в ядре представляют вырожденный Ферми-газ;**

2) протоны в ядре представляют вырожденный Ферми-газ;

3) нейтроны в ядре представляют вырожденный Ферми-газ;

4) нуклоны в ядре представляют сильно-взаимодействующий Ферми-газ;

13. В спектрах возбужденных состояний сферических ядер отсутствуют

**1) вращательные состояния**

2) колебательные состояния

3) поляризационные возбуждения

4) одночастичные возбуждения

14. Связанное состояние нейтрона и протона называется:

**1) дейтрон**

2) нейтрино

3) позитрон

4) нуклон

15. Энергетическая щель в спектре возбужденных состояний четно-четных ядер с точки зрения сверхтекучей модели ядра связана с:

**1) энергией связи куперовской пары двух нуклонов в ядре**

2) тем, что протоны лежат ниже уровня Ферми

3) тем, что нейтроны занимают уровни ниже уровня Ферми

4) отсутствием сверхтекучих корреляций

1) Тестовые задания без выбора ответов

**Теория переноса излучений**

1. Направляющий вектор  $\Omega$  обычно выражают в сферической системе координат. Считая эти координаты заданными, выразить  $\Omega$  в декартовой системе и цилиндрической системах координат. Ответ  $\Omega = \sin\theta \cos\psi \cdot i + \sin\theta \sin\psi \cdot j + \cos\theta \cdot k$ .

2. Пусть в заданной точке пространства  $r$  угловая плотность потока частиц изотропна, т.е. описывается выражением  $\phi(r, \Omega) = F(r) / 4\pi$ . Определить: а) плотность потока в положительную полусферу направлений (вперед); б) проекцию угловой плотности тока на направление, задаваемое единичным вектором  $k$ ; в) интегральную плотность тока. Ответ а)  $\phi_+(r) = F(r)/2$ ; б)  $\phi(r, k) = F(r) \cdot \cos\theta / 4\pi$ ; в)  $J(r, k) = F(r) \cdot k$ .

3. Найти угловую плотность потока частиц в произвольной точке над плоским изотропным источником, испускающим  $v$  част./ $(\text{см}^2 \cdot \text{с})$ . Ответ:  $v/(4\pi\mu), \mu > 0; 0, \mu < 0$

4. Изотропный поверхностный источник, испускающий  $v$  част./ $(\text{см}^2 \cdot \text{с})$ , равномерно покрывает поверхность полусферы радиусом  $R$ . Предполагая отсутствие поглощения внутри сферы, найти плотности потока и тока частиц в центре сферы. Ответ  $\phi = v/2; J = v/4$ .

5. Точечный изотропный источник  $\gamma$ -излучения, испускающий  $3,7 \cdot 10^{10}$  частиц/с, находится в непоглощающей и нерассеивающей среде на расстоянии 100 см от облучаемого образца из алюминия объемом 0,1 см<sup>3</sup>. Определить сечение некогерентного рассеяния фотонов на электронах, если в единицу времени в образце рассеивается  $1,5 \cdot 10^4$  фотонов. Ответ  $0,65 \cdot 10^{-24}$  см<sup>2</sup>.
6. Определить максимально возможную энергию фотонов после комптоновского рассеяния на угол  $\theta = 180^\circ$ . Ответ  $E_{\max} = 0,255$  МэВ.
7. Рассчитать полное микроскопическое сечение взаимодействия гамма-излучения для этилового спирта C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, имеющего плотность 0,79 г/см<sup>3</sup>, для энергии 0,08 МэВ. Ответ  $0,139$  см<sup>-1</sup>.
8. Вычислить степень анизотропии углового распределения фотонов при комптоновском рассеянии для начальных энергий, равных 0,01; 0,1 и 10,0 МэВ, понимая под этим отношение вероятностей рассеяния на углы  $\theta$ , равные  $0^\circ$  и  $180^\circ$ . Ответ 1,24; 2,02; 83,0.
9. Найти связь между углами упругого рассеяния нейтронов на ядре водорода в лабораторной системе координат  $\theta_s$  и в системе центра инерции  $\theta_c$ . Ответ  $\cos \theta_s = \cos \theta_c / 2$ .
10. Пусть нейтрон испытывает неупругое рассеяние на первом уровне возбуждения <sup>56</sup>Fe ( $Q = -0,845$  МэВ). Определить: а) при какой минимальной начальной энергии возможно это рассеяние; б) при какой минимальной начальной энергии возможно рассеяние на углы  $\theta_s$ , равные  $45^\circ$  и  $90^\circ$ . Ответ а) 0,860 МэВ; б) 0,8602 МэВ; 0,8603 МэВ.
11. Покажите, что средние потери энергии при изотропном упругом рассеянии на ядре массой  $A$  равны  $\Delta E = 2E_0 A / (A + 1)^2$
12. Получить решение уравнения элементарной теории диффузии в бесконечной однородной среде для точечного и плоского изотропных источников единичной мощности. Ответ  $\varphi(r) = \frac{1}{4\pi B} \frac{\exp(-\frac{r}{L})}{r}$ ,  $\varphi(|z|) = \frac{1}{2\Sigma_0 L} \exp(-|z|/L)$ .
13. В приближении элементарной теории диффузии найти критический размер шара из <sup>235</sup>U. Считать, что нейтроны, рождающиеся при делении, имеют одну энергию, которая не изменяется в процессе диффузии. При расчетах принять  $\Sigma_a = 0,357$  см<sup>-1</sup>;  $\Sigma_s = 0,393$  см<sup>-1</sup>;  $\Sigma_f = 0,193$  см<sup>-1</sup>;  $\nu = 2,46$ . Ответ 6,52 см;
14. Получить решение уравнения возраста для плоского моноэнергетического источника единичной поверхностной мощности в бесконечной однородной среде. Ответ
 
$$q(z, \tau) = \frac{1}{\sqrt{4\pi\tau}} \exp\left(-\frac{z^2}{4\tau}\right)$$
15. Коллимированный пучок фотонов нормально падает на полубесконечную среду, в которой излучение испытывает изотропное рассеяние без изменения энергии. В приближении однократного рассеяния определить зависимость обратного выхода излучения от расстояния  $r$  до точки падения излучения на среду при условии, что  $r \gg 1/\mu$ . Ответ  $f(r) \exp(-\Sigma r)$ .

### Ядерные модели

#### 1) Какова была бы величина отношения $Z/A$ для ядра, если бы не действовал принцип запрета Паули?

В этом случае все нуклоны располагались бы на самом низшем энергетическом уровне, а так как между протонами действуют силы кулоновского отталкивания, то ядру было бы энергетически выгодно состоять из одних нейтронов. Следовательно, выполнялось бы условие  $Z/A = 0$ .

**2) Показать на примере ядра  $^{14}\text{N}$ , что атомное ядро не может состоять из протонов и электронов.**

Если ядро  $^{14}\text{N}$  состоит из протонов и электронов, то оно должно содержать 14 протонов и 7 электронов. Тогда получается правильный электрический заряд  $+7e$  этого ядра и приблизительно воспроизводится его масса. Поскольку и протоны, и электроны имеют полуцелый спин ( $1/2$ ), то ядро оказывается состоящим из нечетного (21) числа фермионов. Правила квантово-механического сложения векторов моментов количества движения в этом случае допускают лишь полуцелый результирующий спин этого ядра. На самом деле спин ядра  $^{14}\text{N}$  равен 1, что несовместимо с протон-электронной моделью ядра.

**3) Показать, что из определенной четности волновой функции системы частиц (например, ядра) следует равенство нулю ее электрического дипольного момента.**

Запишем выражение для электрического дипольного момента системы  $Z$  одинаковых частиц, наделенных элементарным зарядом  $e$ :

$$\vec{d} = \int \vec{r} \rho(\vec{r}) dv = Ze \int \vec{r} |\Psi(\vec{r})|^2 dv. \quad \text{Здесь использовано то, что } \rho(\vec{r}) = Ze |\Psi(\vec{r})|^2.$$

При определенной четности  $\Psi(\vec{r})$  функция  $|\Psi(\vec{r})|^2$  всегда четна и подинтегральная функция всегда нечетна, что и приводит к равенству нулю интеграла, а значит и электрического дипольного момента.

**4) Доказать, что для однородной сферически симметричной системы зарядов (например, сферически симметричного ядра) собственный (внутренний) электрический квадрупольный момент  $Q_0 = 0$**

$$Q_0 = \frac{1}{e} Q_{zz} = \frac{1}{e} \int (3z^2 - r^2) \rho(\vec{r}) dv = \frac{1}{e} \int r^2 (3 \cos^2 \theta - 1) \rho(\vec{r}) dv,$$

где  $\rho(\vec{r})$  - плотность электрического заряда системы.

В силу сферической симметрии используем второй вариант этого соотношения, записанный в сферической системе координат  $(r, \theta, \varphi)$ :

$$Q_0 = \frac{1}{e} \int_0^R \int_0^\pi \int_0^{2\pi} r^2 (3 \cos^2 \theta - 1) \rho(r) r^2 dr \cdot \sin \theta d\theta \cdot d\varphi = \frac{1}{e} \int_0^R \rho(r) \cdot r^4 dr \int_0^\pi (3 \cos^2 \theta - 1) \sin \theta d\theta \int_0^{2\pi} d\varphi$$

Здесь использовано то, что  $dv = r^2 dr \cdot \sin \theta d\theta \cdot d\varphi$ , и для сферически симметричных систем  $\rho(\vec{r}) \equiv \rho(r)$ , т.е. не зависит от углов  $\theta$  и  $\varphi$ . Учитывая, что

$$\int_0^\pi (3 \cos^2 \theta - 1) \sin \theta d\theta = 0, \quad \text{приходим к доказательству утверждения,}$$

сформулированного в условии задачи.

**5) Опираясь на сферическую одночастичную модель оболочек со спариванием, предсказать спин и четность основного состояния ядра  $^{23}_{11}\text{Na}$ .**

В основном состоянии рассматриваемого ядра полностью заполнены три нижние подоболочки  $1s_{1/2}, 1p_{3/2}$  и  $1p_{1/2}$ . Эти три заполненные подоболочки образуют дважды магический кор  $^{16}_8\text{O}$  со спином-четностью  $0^+$ . Остальные нуклоны ядра  $^{23}_{11}\text{Na}$  (3 протона и 4 нейтрона) в основном состоянии находятся на подоболочке  $1d_{5/2}$ , причем

все они, кроме одного протона, спарены, т.е. связаны в паре со спин-четностью  $0^+$ . Таким образом, результирующая спин-четность ядра  ${}^{23}_{11}\text{Na}$  в основном состоянии определяются спином и четностью единственного неспаренного протона в состоянии  $1d_{5/2}$ . Следовательно, искомые спин-четность ядра  ${}^{23}_{11}\text{Na}$  равны  $5/2^+$ .

### 6) Предсказать спины и четности основных состояний ядер ${}^{39}_{19}\text{K}$ и ${}^{41}_{20}\text{Ca}$ .

Первое из этих ядер в основном состоянии содержит протонную дырку в дважды магическом коре  ${}^{40}_{20}\text{Ca}$ . Поскольку эта дырка в подоболочке  $1d_{3/2}$ , то у ядра  ${}^{39}_{19}\text{K}$  в основном состоянии  $J^P = 3/2^+$ . У ядра  ${}^{41}_{20}\text{Ca}$  в основном состоянии имеется нейтрон в подоболочке  $1f_{7/2}$  над дважды магическим кором  ${}^{40}_{20}\text{Ca}$ . Поэтому у ядра  ${}^{41}_{20}\text{Ca}$  в основном состоянии  $J^P = 7/2^-$ . Эксперимент подтверждает эти предсказания.

### 7) Определить из сферической одночастичной модели оболочек спин, четность и электрический квадрупольный момент основного состояния дейтрона (ядра ${}^2_1\text{H}$ ).

В основном состоянии дейтрона в рамках рассматриваемой модели нейтрон и протон находятся на низшей оболочке  $1s_{1/2}$ , т.е. имеют нулевые орбитальные моменты  $l_n = l_p = 0$ . Полный момент количества движения дейтрона (его спин) с учетом спинов нуклонов  $s_n = s_p = 1/2$  и даётся выражением:

$$\vec{J} = \vec{l}_n + \vec{l}_p + \vec{s}_n + \vec{s}_p = \vec{0} + \vec{0} + \frac{\vec{1}}{2} + \frac{\vec{1}}{2} = \vec{0} \text{ или } \vec{1}.$$

Чётность дейтрона с учётом собственной (внутренней) четности нуклонов  $p_n = p_p = +1$  определяется выражением:  $P = p_n \cdot p_p \cdot (-1)^{l_n+l_p} = (+1)(+1)(-1)^{0+0} = +1$

Таким образом, предсказываемые моделью оболочек спин и четность дейтрона в основном состоянии  $0^+$  или  $1^+$ . Эксперимент даёт второе из этих значений.

Электрический квадрупольный момент  $Q_0$  дейтрона в сферической модели оболочек нулевой, так как нуклоны дейтрона находятся в сферически симметричном  $1s_{1/2}$  состоянии.

### 8) Найти среднее расстояние между нуклонами в ядре.

Используем эмпирическое соотношение для радиуса ядра:  $R = r_0 A^{1/3} = (1,0 \div 1,1) A^{1/3}$  Фм.

Объём ядра  $V_{\text{я}} = \frac{4}{3} \pi r_0^3 A$ . Объём, приходящийся на один нуклон,  $V_N = \frac{V_{\text{я}}}{A} = \frac{4}{3} \pi r_0^3$ . Длина стороны куба такого объёма  $d_N$  и есть среднее расстояние между нуклонами в ядре.

$$\text{Имеем } d_N = \left( \frac{4}{3} \pi r_0^3 \right)^{1/3} \approx (1,0 \div 1,1) \left( \frac{4}{3} \cdot 3,14 \right)^{1/3} \approx 1,7 \text{ Фм.}$$

### 9) Предсказать, опираясь на одночастичную модель оболочек, спины и чётности низколежащих возбуждённых состояний ядра ${}^{15}_8\text{O}$ .

У ядра  ${}^{15}_8\text{O}$  в основном состоянии заполнены подоболочки  $1s_{1/2}, 1p_{3/2}$ , и имеется один неспаренный нейтрон во внешней  $1p_{1/2}$ -подоболочке. Низколежащие возбуждённые

состояния получаются перемещением неспаренного нейтрона в следующую ( $1d_{2s}$ ) оболочку на одночастичные уровни  $1d_{5/2}$ ,  $2s_{1/2}$  и  $1d_{3/2}$ .

Соответственно возбужденные состояния будут иметь  $J^P = 5/2^+, 1/2^+, 3/2^+$ . Другая ветвь низколежащих состояний будет возникать при перемещении одного из нейтронов низколежащих заполненных подоболочек  $1s_{1/2}$  и  $1p_{3/2}$  в подоболочку  $1p_{1/2}$  с замыканием этой подоболочки. Соответствующие возбужденные состояния будут определяться характеристиками нейтронных дырок в подоболочках  $1s_{1/2}$  и  $1p_{3/2}$ , т.е. будут иметь характеристики  $J^P = 1/2^+$  и  $3/2^-$ .

### 10) Определить изоспин основного состояния ядер $^{12}_6\text{C}$ и $^{27}_{13}\text{Al}$ .

Изоспин  $I_0$  основного состояния ядра определяется из соотношения:

$$I_0 = |I_3| = \left| \frac{Z - N}{2} \right|, \text{ где } - I_3 \text{ проекция изоспинового вектора ядра на одну из осей}$$

(в данном случае 3-ю) трехмерного евклидова зарядового пространства, а  $Z$  и  $N$  – числа протонов и нейтронов ядра. Отсюда для ядер  $^{12}\text{C}$  ( $Z = N = 6$ ) и  $^{27}\text{Al}$  ( $Z = 13, N = 14$ ) получаем:

$$I_0(^{12}\text{C}) = \left| \frac{6-6}{2} \right| = 0, \quad I_0(^{27}\text{Al}) = \left| \frac{13-14}{2} \right| = \frac{1}{2}.$$

### ПК-5

Способен осуществлять контроль, организацию и планирование безопасной эксплуатации тепло- и электрооборудования, трубопроводов, парогенераторов АЭС, а также основных фондов реакторного отделения АЭС

### Период окончания формирования компетенции: 4 семестр

#### Дисциплины (модули) (блок 1 Блок: 5000)

Б1.В.10 Динамика жидкости и газа	2 семестр
Б1.В.04 Тепломассообмен в энергетическом оборудовании	4 семестр
Б1.В.11 Термогидравлические процессы в ядерных устройствах	4 семестр
Б1.В.11 Термогидравлические процессы в ядерных устройствах	4 семестр

#### Дисциплины (модули) (блок 1 Дисциплины по выбору)

Б1.В.ДВ.01.01 Ядерная электроника	2 семестр
Б1.В.ДВ.02.02 Экспериментальные методы ядерной физики	3 семестр
Б1.В.ДВ.04.02 Физический практикум по ядерной электронике и дозиметрии	4 семестр
Б1.В.03 Топливный цикл	4 семестр

#### Дисциплины (модули) (Блок: 6000. Б2.Практика)

.В.03(П) Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая практика)	3 семестр
--	-----------

### Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

## 1) Тестовые задания с выбором ответов

## Динамика жидкости и газа

## 1. Что называют гидравликой?

- 1) науку, которая изучает равновесие и движение жидкостей;
- 2) науку, которая изучает движение водных потоков;
- 3) науку, которая изучает положение жидкостей в пространстве;
- 4) науку, которая изучает взаимодействие водных потоков.

## 2. Какое физическое вещество называется жидкостью?

- 1) которое способно заполнять всё свободное пространство;
- 2) которое может видоизменять свой объём;
- 3) которое видоизменяет форму в результате воздействия сил;
- 4) способное к текучести.

## 3. Укажите разновидность жидкой субстанции, не являющейся газообразной.

- 1) жидкий азот;
- 2) водород;
- 3) ртуть;
- 4) кислород.

## 4. Что такое идеальная жидкость?

- 1) пригодная к применению;
- 2) без внутреннего трения;
- 3) способная к сжатию;
- 4) которая существует исключительно в ряде условий.

## 5. Какой может быть внешняя сила, воздействующая на жидкую субстанцию?

- 1) инерциальная, поверхностная;
- 2) поверхностная, внутренняя;
- 3) тяготения, давления;
- 4) массовая, поверхностная.

## 6. Дайте определение понятию сжимаемости для жидких субстанций.

- 1) видоизменение формы в результате действия давления;
- 2) сопротивление воздействию давления, без видоизменения формы;
- 3) изменение объёма в результате действия давления;
- 4) сопротивление воздействию давления с видоизменением формы.

## 7. Какой коэффициент характеризует сжимаемость жидкой субстанции?

- 1) объёмного сжатия;
- 2) Джоуля;
- 3) температурный;
- 4) возрастания.

## 8. Что не характеризует вязкость жидкой субстанции?

- 1) статический коэффициент вязкости;
- 2) кинематический вязкостный коэффициент;

- 3) динамический коэффициент вязкости;
- 4) градус Энглера.

9. Какой из перечисленных процессов не характерен для окисления жидкостей?

- 1) выпадение осадка в виде смолы;
- 2) изменение цвета жидкой субстанции;
- 3) увеличение вязкости;**
- 4) выпадение осадка в виде шлака.

10. О чём говорит второе правило о свойствах гидростатического давления?

- 1) об отсутствии изменений, независимо от направления;**
- 2) о постоянстве и перпендикулярному расположению относительно стенок резервуара;
- 3) об изменении, в зависимости от месторасположения;
- 4) об отсутствии изменений в горизонтальной плоскости.

11. Название объёма жидкости, протекающей за единицу времени через живое сечение –

- 1) расход потока;**
- 2) объёмное течение;
- 3) быстрота потока;
- 4) скорость течения.

12. Определение отношения расхода жидкой субстанции к площади живого сечения –

- 1) средний расход текущего потока;
- 2) наибольшая быстрота течения;
- 3) средняя быстрота потока;**
- 4) наименьший расход течения.

13. Что называют гидравлическим сопротивлением?

- 1) сопротивление жидкой субстанции к деформации формы собственного русла;
- 2) сопротивление, которое препятствует прохождению жидкой субстанции;
- 3) сопротивление, характеризующееся падением скорости движения жидкой субстанции через трубопровод;
- 4) сопротивление трубопровода, сопровождаемое энергетическими потерями жидкой субстанции.**

14. Назовите источник энергетических потерь движущейся жидкой субстанции.

- 1) объём;
- 2) расход жидкой субстанции;
- 3) вязкость;**
- 4) перенаправление жидкой субстанции.

15. Чем характерен турбулентный режим движения жидкой субстанции?

- 1) послойным движением частиц жидкой субстанции;
- 2) беспорядочным и одновременно послойным движением частиц жидкой субстанции;
- 3) бессистемным движением частиц жидкости внутри трубопровода;**

4) послойным движением частиц жидкой субстанции исключительно в центральной части трубопровода.

Термогидравлические процессы в ядерных устройствах

1. Что называют гидравликой?

- 1) науку, которая изучает равновесие и движение жидкостей;
- 2) науку, которая изучает движение водных потоков;
- 3) науку, которая изучает положение жидкостей в пространстве;
- 4) науку, которая изучает взаимодействие водных потоков.

2. Какое физическое вещество называется жидкостью?

- 1) которое способно заполнять всё свободное пространство;
- 2) которое может видоизменять свой объём;
- 3) которое видоизменяет форму в результате воздействия сил;
- 4) способное к текучести.

3. Укажите разновидность жидкой субстанции, не являющейся газообразной.

- 1) жидкий азот;
- 2) водород;
- 3) ртуть;
- 4) кислород.

4. Что такое идеальная жидкость?

- 1) пригодная к применению;
- 2) без внутреннего трения;
- 3) способная к сжатию;
- 4) которая существует исключительно в ряде условий.

5. Какой может быть внешняя сила, воздействующая на жидкую субстанцию?

- 1) инерциальная, поверхностная;
- 2) поверхностная, внутренняя;
- 3) тяготения, давления;
- 4) массовая, поверхностная.

6. Дайте определение понятию сжимаемости для жидких субстанций.

- 1) видоизменение формы в результате действия давления;
- 2) сопротивление воздействию давления, без видоизменения формы;
- 3) изменение объёма в результате действия давления;
- 4) сопротивление воздействию давления с видоизменением формы.

7. Какой коэффициент характеризует сжимаемость жидкой субстанции?

- 1) объёмного сжатия;
- 2) Джоуля;
- 3) температурный;
- 4) возрастания.

8. Что не характеризует вязкость жидкой субстанции?

- 1) статический коэффициент вязкости;
- 2) кинематический вязкостный коэффициент;

- 3) динамический коэффициент вязкости;
- 4) градус Энглера.

9. Какой из перечисленных процессов не характерен для окисления жидкостей?

- 1) выпадение осадка в виде смолы;
- 2) изменение цвета жидкой субстанции;
- 3) увеличение вязкости;**
- 4) выпадение осадка в виде шлака.

10. О чём говорит второе правило о свойствах гидростатического давления?

- 1) об отсутствии изменений, независимо от направления;**
- 2) о постоянстве и перпендикулярному расположению относительно стенок резервуара;
- 3) об изменении, в зависимости от месторасположения;
- 4) об отсутствии изменений в горизонтальной плоскости.

11. Название объёма жидкости, протекающей за единицу времени через живое сечение –

- 1) расход потока;**
- 2) объёмное течение;
- 3) быстрота потока;
- 4) скорость течения.

12. Определение отношения расхода жидкой субстанции к площади живого сечения –

- 1) средний расход текущего потока;
- 2) наибольшая быстрота течения;
- 3) средняя быстрота потока;**
- 4) наименьший расход течения.

13. Что называют гидравлическим сопротивлением?

- 1) сопротивление жидкой субстанции к деформации формы собственного русла;
- 2) сопротивление, которое препятствует прохождению жидкой субстанции;
- 3) сопротивление, характеризующееся падением скорости движения жидкой субстанции через трубопровод;
- 4) сопротивление трубопровода, сопровождаемое энергетическими потерями жидкой субстанции.**

14. Назовите источник энергетических потерь движущейся жидкой субстанции.

- 1) объём;
- 2) расход жидкой субстанции;
- 3) вязкость;**
- 4) перенаправление жидкой субстанции.

15. Чем характерен турбулентный режим движения жидкой субстанции?

- 1) послойным движением частиц жидкой субстанции;
- 2) беспорядочным и одновременно послойным движением частиц жидкой субстанции;
- 3) бессистемным движением частиц жидкости внутри трубопровода;**

4) послойным движением частиц жидкой субстанции исключительно в центральной части трубопровода.

#### Топливный цикл

1. Про что говорится: «отказ, выход из строя одного элемента системы»?
  1. **Отказ единичный**
  2. Отказ по общей причине
  3. Системы безопасности
  4. Система
  
2. Про что говорится: «отказ двух и более систем, возникающие вследствие одной и той же причины»?
  1. Отказ единичный
  2. **Отказ по общей причине**
  3. Системы безопасности
  4. Система
  
3. Про что говорится: «системы, предназначенные для выполнения функций безопасности»?
  1. Отказ единичный
  2. Отказ по общей причине
  3. **Системы безопасности**
  4. Система
  
4. Про что говорится: «совокупность элементов, предназначенная для выполнения заданных функций»?
  1. Отказ единичный
  2. Отказ по общей причине
  3. Системы безопасности
  4. **Система**
  
5. Системы и элементы объекта ЯТЦ различаются:
  1. по назначению
  2. по влиянию на безопасность
  3. по характеру выполняемых ими функций безопасности
  4. **все перечисленное**
  
6. Системы и элементы безопасности объекта ЯТЦ различаются по характеру выполняемых ими функций безопасности и подразделяются на
  1. локализующие; управляющие
  2. защитные; обеспечивающие; управляющие
  3. **защитные; локализующие; обеспечивающие; управляющие**
  4. защитные; локализующие; управляющие
  
7. При оценке пригодности площадки для размещения объекта ЯТЦ должно быть рассмотрено:
  1. влияние на объект ЯТЦ явлений, процессов и факторов природного и техногенного происхождения, характерных для района размещения площадки
  2. **влияние объекта ЯТЦ на другие объекты ЯТЦ, размещаемые на площадке, а также другие факторы, влияющие на безопасность объекта ЯТЦ, людей и окружающую среду**
  3. влияние объекта ЯТЦ на работников (персонал), население и окружающую среду

4. возможность обеспечения безопасного транспортирования ядерных материалов, радиоактивных веществ и РАО на объекте ЯТЦ и за его пределы
8. Что должно быть предусмотрено в проекте объекта ЯТЦ?
1. физическая защита объекта ЯТЦ, ядерных материалов, радиоактивных веществ и радиоактивных отходов
  2. система учета и контроля ядерных материалов
  3. система учета и контроля радиоактивных веществ и радиоактивных отходов
  - 4. все перечисленное**
9. Открытый ЯТЦ – это
1. когда в качестве основного воспроизводящего нуклида используется  $\text{Th}^{232}$
  2. когда из облученного топлива извлекают воспроизводящие и делящиеся нуклиды с целью возврата их в ядерный топливный цикл
  - 3. когда облученное топливо без извлечения воспроизводящих и делящихся нуклидов, таких как Th, U и Pu, после промежуточного хранения отправляют на долговременное хранение непереработанного облученного топлива**
  4. когда в качестве основного воспроизводящего нуклида используется  $\text{U}^{238}$
10. Замкнутый ЯТЦ – это
1. когда в качестве основного воспроизводящего нуклида используется  $\text{Th}^{232}$
  - 2. когда из облученного топлива извлекают воспроизводящие и делящиеся нуклиды с целью возврата их в ядерный топливный цикл**
  3. когда облученное топливо без извлечения воспроизводящих и делящихся нуклидов, таких как Th, U и Pu, после промежуточного хранения отправляют на долговременное хранение непереработанного облученного топлива
  4. когда в качестве основного воспроизводящего нуклида используется  $\text{U}^{238}$
11. Торий-урановый ЯТЦ – это
- 1. когда в качестве основного воспроизводящего нуклида используется  $\text{Th}^{232}$**
  2. когда из облученного топлива извлекают воспроизводящие и делящиеся нуклиды с целью возврата их в ядерный топливный цикл
  3. когда облученное топливо без извлечения воспроизводящих и делящихся нуклидов, таких как Th, U и Pu, после промежуточного хранения отправляют на долговременное хранение непереработанного облученного топлива
  4. когда в качестве основного воспроизводящего нуклида используется  $\text{U}^{238}$
12. Уран-плутониевый ЯТЦ – это
1. когда в качестве основного воспроизводящего нуклида используется  $\text{Th}^{232}$
  2. когда из облученного топлива извлекают воспроизводящие и делящиеся нуклиды с целью возврата их в ядерный топливный цикл

3. когда облученное топливо без извлечения воспроизводящих и делящихся нуклидов, таких как Th, U и Pu, после промежуточного хранения отправляют на долговременное хранение непереработанного облученного топлива

**4. когда в качестве основного воспроизводящего нуклида используется U<sup>238</sup>**

13. Для управления технологическими процессами и оборудованием систем объекта ЯТЦ в объеме, обоснованном в проекте, должны предусматриваться:

1. пункт (щит) управления
2. местные пункты (щиты) управления
3. управляющие системы нормальной эксплуатации
- 4. все перечисленное**

14. МОКС-топливо – это

- 1. смешанное оксидное уран-плутониевое топливо, предназначенное для использования в реакторах на быстрых нейтронах**
2. смешанное оксидное урановое топливо, предназначенное для использования в реакторах на быстрых нейтронах
3. смешанное оксидное уран-плутониевое топливо, предназначенное для использования в реакторах ВВЭР
4. смешанное оксидное плутониевое топливо, предназначенное для использования в реакторах на быстрых нейтронах

15. РЕМИКС-топливо – это

- 1. инновационное топливо для реакторов ВВЭР, которое получают из смеси регенерированного урана и плутония, образующейся при переработке отработавшего ядерного топлива**
2. инновационное топливо для реакторов РБМК, которое получают из смеси регенерированного урана и плутония, образующейся при переработке отработавшего ядерного топлива
3. инновационное топливо для реакторов БН, которое получают из смеси регенерированного урана и плутония, образующейся при переработке отработавшего ядерного топлива
4. инновационное топливо для реакторов ВВЭР, которое получают из смеси регенерированного урана и тория, образующейся при переработке отработавшего ядерного топлива

1) Тестовые задания без выбора ответов

Динамика жидкости и газа

**1. Что такое свободная или естественная конвекция и за счет чего она создается?**

Если движение элементов объема среды вызвано наличием в ней температурных разностей, а, следовательно, разных плотностей, то такая конвекция называется свободной или естественной. Она создается за счет того, что более холодные частицы жидкости или газа, имеющие большую плотность, под действием гравитационного поля Земли опускается вниз, а более нагретые под действием архимедовой силы поднимаются вверх

**2. Что выражает собой коэффициент вязкости?**

Коэффициент вязкости выражает собой силу трения, приходящуюся на единицу поверхности соприкосновения двух жидких слоев, «скользящих» друг по другу при условии, что на единицу длины нормали к поверхности скорость движения изменяется на единицу

### **3. В чем состоит процесс диссипации?**

Существование процесса диссипации состоит в том, что часть механической энергии движущейся жидкости переходит в тепловую и вызывает нагревание жидкости.

### **4. Что такое пограничный слой?**

Пограничным слоем называется область движения вязкой теплопроводной жидкости, характеризующаяся малой толщиной и большим поперечным градиентом скорости, изменением которой обусловлен процесс переноса теплоты, вещества и количества движения

### **5. Объясните в чем разница характера омывания труб в коридорном и шахматном порядке.**

Условия омывания труб первого ряда обоих пучков примерно такие же, как и в случае одиночной трубы. Теплоотдача первого ряда определяется начальной турбулентностью набегающего потока. В последующих рядах характер омывания меняется за счет дополнительной турбулизации потока впереди расположенными трубами, поэтому теплоотдача от них то же меняется. При коридорном расположении труб, трубы следующего по ходу движения воды ряда коридорного пучка «затенены» трубами предыдущего ряда. Между ними создается застойная зона с пониженной циркуляцией жидкости, что приводит к снижению теплоотдачи в лобовой и кормовой частях труб. В шахматном пучке характер омывания практически одинаков во всех рядах.

Термогидравлические процессы в ядерных устройствах

#### **1. Что такое свободная или естественная конвекция и за счет чего она создается?**

Если движение элементов объема среды вызвано наличием в ней температурных разностей, а, следовательно, разных плотностей, то такая конвекция называется свободной или естественной. Она создается за счет того, что более холодные частицы жидкости или газа, имеющие большую плотность, под действием гравитационного поля Земли опускается вниз, а более нагретые под действием архимедовой силы поднимаются вверх

#### **2. Что выражает собой коэффициент вязкости?**

Коэффициент вязкости выражает собой силу трения, приходящуюся на единицу поверхности соприкосновения двух жидких слоев, «скользящих» друг по другу при условии, что на единицу длины нормали к поверхности скорость движения изменяется на единицу

#### **3. В чем состоит процесс диссипации?**

Существование процесса диссипации состоит в том, что часть механической энергии движущейся жидкости переходит в тепловую и вызывает нагревание жидкости.

#### 4. Что такое пограничный слой?

Пограничным слоем называется область движения вязкой теплопроводной жидкости, характеризующаяся малой толщиной и большим поперечным градиентом скорости, изменением которой обусловлен процесс переноса теплоты, вещества и количества движения

#### 5. Объясните в чем разница характера омывания труб в коридорном и шахматном порядке.

Условия омывания труб первого ряда обоих пучков примерно такие же, как и в случае одиночной трубы. Теплоотдача первого ряда определяется начальной турбулентностью набегающего потока. В последующих рядах характер омывания меняется за счет дополнительной турбулизации потока впереди расположенными трубами, поэтому теплоотдача от них то же меняется. При коридорном расположении труб, трубы следующего по ходу движения воды ряда коридорного пучка «затенены» трубами предыдущего ряда. Между ними создается застойная зона с пониженной циркуляцией жидкости, что приводит к снижению теплоотдачи в лобовой и кормовой частях труб. В шахматном пучке характер омывания практически одинаков во всех рядах.

Топливный цикл

#### 1. Дайте определение ядерного топливного цикла.

Ядерный топливный цикл – комплекс мероприятий для обеспечения функционирования ядерных реакторов, осуществляемых в системе предприятий, связанных между собой потоком ядерного материала и включающих урановые рудники, заводы по переработке урановой руды, конверсии урана, обогащению и изготовлению топлива, ядерные реакторы, хранилища отработавшего топлива, заводы по переработке отработавшего топлива и связанные с ними промежуточные хранилища и хранилища для захоронения радиоактивных отходов

#### 2. Дайте определение замкнутого ядерного топливного цикла.

Замкнутый ядерный топливный цикл – ядерный топливный цикл, в котором отработавшее ядерное топливо, выгруженное из реактора, перерабатывается для извлечения урана и плутония для повторного изготовления ядерного топлива.

#### 3. Дайте определение незамкнутого ядерного топливного цикла.

Незамкнутый ядерный топливный цикл – ядерный топливный цикл, в котором отработавшее ядерное топливо, выгруженное из реактора, не перерабатывается и рассматривается как радиоактивные отходы.

#### 4. Что такое расширенное воспроизводство ядерного топлива?

Расширенное воспроизводство ядерного топлива – воспроизводство ядерного топлива с коэффициентом конверсии, большим 1. В этом случае, делящегося материала нарабатывается больше, чем "сгорает" в реакторе.

#### 5. Что из себя представляет завершающая часть ядерного топливного цикла?

Завершающая часть ядерного топливного цикла – деятельность, включающая транспортировку, хранение, переработку отработавшего ядерного топлива, обращение с радиоактивными отходами и их захоронение.

## ПК-6

Способен самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования с оптимизированием методов исследования

**Период окончания формирования компетенции: 4 семестр**Дисциплины (модули) (блок 1 Блок: 5000)

Б1.В.01 Физический практикум по экспериментальным методам ядерной физики и дозиметрии	4 семестр
Б1.В.06 Дозиметрия и радиоэкология	1 семестр
Б1.В.07 Резонансные методы исследования	4 семестр
Б1.В.08 Спектрометрия ядерных излучений	2 семестр
Б1.В.09 Инструментальные и экспериментальные методы физики ядерных реакторов	3 семестр
Б1.В.14 Безопасность и контроль в физике ядерных реакторов	4 семестр

Дисциплины (модули) (блок 1 Дисциплины по выбору

Б1.В.ДВ.02.01 Эксплуатационная безопасность и контроль АЭС	3 семестр
Б1.В.ДВ.04.02 Физический практикум по ядерной электронике и дозиметрии	4 семестр
Б1.В.ДВ.02.02 Экспериментальные методы ядерной физики	3 семестр
Б1.В.ДВ.04.01 Физический практикум по резонансным методам исследования	4 семестр

Дисциплины (модули) (Блок: 6000. Б2.Практика)

Б2.В.02(Н) Производственная практика, научно-исследовательская работа 1,2, 3 семестры	
Б2.В.04{Пд) Производственная практика, преддипломная	4 семестр

Дисциплины (модули) (Блок: 7000. Б3.Государственная итоговая аттестация)

Б3.01(Д) Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы	4 семестр
---	-----------

**Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:**

- 1) Тестовые задания с выбором ответов

Физический практикум по экспериментальным методам ядерной физики и дозиметрии

1. Удельные потери энергии частиц в веществе:
  - 1) Случайная дискретная величина;
  - 2) Случайная непрерывная величина;
  - 3) Смешанная случайная величина.**
2. Средний пробег частиц в веществе:
  - 1) Позволяет однозначно определить все характеристики частиц;

- 2) Не позволяет;
- 3) Позволяет несколько из всех возможных.**
3. По критической энергии заряженных частиц можно:
  - 1) Однозначно определить атомный номер вещества поглотителя Z;
  - 2) Нельзя;**
  - 3) Неоднозначно.
4. Импульсная ионизационная камера:
  - 1) Может работать только в импульсном режиме;
  - 2) Может работать в токовом режиме;**
  - 3) Не может.
5. Мёртвое время пропорционального газоразрядного счётчика:
  - 1) Зависит от приложенного напряжения;**
  - 2) Не зависит;
  - 3) Слабо зависит.
6. Сцинтилляционный детектор функционирует на основе:
  - 1) Ионизационного эффекта;
  - 2) Радиолюминисцентного эффекта;**
  - 3) Радиохимического эффекта.
7. Можно ли по комптоновской части аппаратного спектра гамма-излучения оценить энергию гамма-излучения:
  - 1) Можно;**
  - 2) Невозможно;
  - 3) Неоднозначно.
8. При постоянной величине средней потери энергии частицы аппаратный энергетический спектр частиц является:
  - 1. Строго линейным;**
  2. Нелинейным;
  3. Локально линейным.
9. Влияет ли отношение радиусов анода к катоду на коэффициент газового усиления
  - 1) Влияет;
  - 2) Не влияет;
  - 3) Слабо зависит.**
10. Какой детектор излучений имеет минимальное мёртвое время. Полупроводниковый  $\tau_1$ ; Сцинтилляционный  $\tau_2$ ; Газонаполненный  $\tau_3$ 
  - 1)  $\tau_1 < \tau_2 < \tau_3$ ;**
  - 2)  $\tau_1 > \tau_2 > \tau_3$ ;
  - 3)  $\tau_1 = \tau_2 = \tau_3$ .

#### Резонансные методы исследования

1. Оценить выражение для резонансной частоты  $\omega_p$  колебаний в последовательном RLC-контуре.
  - a. 10Н
  - b.  $10^5$ Н**
  - c.  $10^3$ Н
  - d.  $10^7$ Н

2. Получить выражение и значение для резонансной частоты  $\omega_p$  в параллельном контуре.
- 10Н
  - 10<sup>5</sup>Н**
  - 10<sup>3</sup>Н
  - 10<sup>7</sup>Н
3. Получить выражение и значение для резонансной частоты  $\omega_p$  в условиях циклотронного резонанса.
- 2\*10Н
  - 4\*10<sup>3</sup>Н
  - 3\*10<sup>5</sup>Н**
  - 5\*10<sup>7</sup>Н
4. Получить выражение и значения для резонансной частоты Ларморовой рецессии частицы с магнитным моментом  $\mu$  в магнитном однородном поле с индукцией  $\bar{B}$ .
- 2\*10Н
  - 5\*10<sup>3</sup>Н
  - 3\*10<sup>7</sup>Н
  - 4\*10<sup>5</sup>Н**
5. Получить выражение и значение для скорости относительного движения в вакууме источник-детектор при заданных  $E_0$ ;  $\tau$ ;
- 1.05 мм/с**
  - 10 мм/с
  - 1,05 мкм/с
  - 10 мкм/с
6. Получить расщепление возбуждённого состояния ядра Fe-57.
- 15 эВ
  - 10 эВ**
  - 3 эВ
  - 5 эВ

#### Спектрометрия ядерных излучений

- Основные характеристики заряженных частиц.
  - 1) Масса, заряд, кинетическая энергия, импульс, спин.**
  - Импульс, энергия,
  - Поляризация, размер.
- Удельные ионизационные средние потери энергии тяжёлых частиц в веществе. Формула Бете-Блоха.

$$1) \frac{4\pi Z^2 e^4}{mv^2} N \left\{ \ln \frac{2mv^2}{(1-\beta^2)I} \right\}$$

$$2) \frac{dE}{dx} \approx \frac{4\pi Z^2 e^4}{mv^2} N \left\{ \ln \frac{2mv^2}{(1-\beta^2)I} \right\}$$

$$3) \frac{4\pi Z^2 e^4}{mv^2} \left\{ \ln \frac{2mv^2}{(1-\beta^2)I} \right\}$$

3. Удельные средние потери энергии заряженных частиц на ионизацию и тормозное излучение, равные при критической энергии.  $E_{крит}$  равно в веществе с атомным номером  $Z$ .

$$1) E_{крит} = \frac{Z}{800} \text{ МэВ},$$

$$2) E_{крит} = 800Z \text{ МэВ},$$

$$3) E_{крит} = \frac{800}{Z} \text{ МэВ}.$$

4. Взаимодействие гамма-излучения с веществом. Энергия рассеянного гамма-излучения, атомное сечение комптоновского рассеяния.

$$1) E'(E_0, Q) = E_0 / \left[ 1 + \frac{E_0}{M_e c^2} (1 - \cos \theta) \right], \quad \sigma_k(E, Z) \propto Z / E_\gamma;$$

$$2) E(E_0, Q) = E_0 / [1 + \cos \theta], \quad \sigma_k(E, Z) \propto E_\gamma / Z;$$

$$3) \frac{M c^2}{Z}; \quad \sigma = Z \cdot E_\gamma.$$

5. Идентификатор тяжелой заряженной частицы с зарядом  $q=Ze$ , массой  $M$ .

$$1) Z^2 / M,$$

$$2) Z^2 \cdot M,$$

$$3) M / Z^2,$$

6. Экспериментальное определение идентификатора тяжелой заряженной частицы с энергией  $E$ . По какой измеренной величине можно определить идентификатор?

$$1) \left( \frac{dE}{dx} \right) \cdot \frac{1}{E} \propto Z^2 M,$$

$$2) \frac{dE}{dx} \propto Z^2 M,$$

$$3) \left( \frac{dE}{dx} \right) \cdot E \propto Z^2 M,$$

7. Какое соотношение между энергетическим разрешением полупроводникового спектрометра  $\Delta_n$  и сцинтилляционного  $\Delta_c$ ;

$$1) \Delta_n < \Delta_c,$$

$$2) \Delta_n = \Delta_c,$$

$$3) \Delta_n > \Delta_c.$$

8. Каким методом можно определить импульс заряженной частицы?

$$1) p = qB,$$

$$2) p \propto BR,$$

$$3) p \propto qBR.$$

9. Как определить энергию  $E$  заряженной частицы с массой  $M$  и зарядовым числом  $Z$ ?

$$1) R(M, Z, E | X) \propto C, E^\beta + C_2, \quad C_1 = C_1(M, Z, X), \quad C_2(X);$$

$$2) R(M, Z, E | X) \propto C, E^\beta, \quad \beta > 0;$$

- 3)  $R \leq \bar{E}, \beta < 2$ .
10. Зависит или не зависит мертвое время  $\tau$  спектрометра заряженных частиц от напряжения  $V$  приложенного к детектору – счётчика Гейгера – Мюллера.
- 1) Не зависит;
  - 2) Зависит от  $V$ . Чем более  $V$ , тем более  $\tau$ ;**
  - 3)  $\tau \propto 1/V$ .
11. Спектрометр с каким детектором имеет большую эффективность регистрации частиц: газонаполненный -  $a_z$ , сцинтилляционный  $a_c$ , полупроводниковый -  $a_n$ :
- 1)  $a_z > a_c > a_n$
  - 2)  $a_z < a_c < a_n$
  - 3)  $a_z = a_c = a_n$**

### Дозиметрия и радиоэкология

1. Укажите определение эквивалентной дозы:

- а) отношение энергии излучения, поглощенной в данном объеме, к массе вещества в этом объеме.
- б) поглощенная доза в органе или ткани, умноженная на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного вида излучения.**
- в) сумма произведений доз в органах и тканях на соответствующие коэффициенты.
- г) сумма энергии излучения, поглощенной в данном объеме.

2. Укажите какое из перечисленных видов излучения обладает наибольшей проникающей способностью?

- а)  $\gamma$  - излучение.**
- б)  $\alpha$  - излучение.
- в)  $\beta$  - излучение.
- г)  $n$  - излучение.

3. Укажите, какое из перечисленных видов излучения наиболее вредно для живого организма при одинаковой энергии, переданной ему излучением?

- а) Нейтронное излучение с энергией  $< 10$  МэВ.
- б) Нейтронное излучение с энергией  $> 2$  КэВ.**
- в)  $\beta$  - излучение любых энергий.
- г)  $\gamma$  - излучение любых энергий.

4. Назовите основной предел эффективной дозы для персонала (группы А) согласно НРБ - 99?

- а) 20 мЗв в год.
- б) 50 мЗв в год.
- в) 20 мЗв в год и не более 200 мЗв за любые последовательные 10 лет.
- г) 20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год.**

5. Какое из ниже перечисленных условий не является организационным мероприятием проведения работ в условиях радиационной опасности?

- а) Оформление работ дозиметрическим нарядом или распоряжением.
- б) Подготовка рабочего места и допуск к работе.
- в) Надзор при выполнении работы.
- г) Учет вносимого и выносимого из зоны работ инструмента, оснастки и приспособления.**

6. Какое максимальное планируемое облучение персонала группы А допускается НРБ –99 при ликвидации или предотвращения аварии с оформлением в установленном порядке?
- а) 50 мЗв/год (5 бэр/год).
  - б) 100 мЗв/год (10 бэр/год).
  - в) 200 мЗв/год (20 бэр/год).**
  - г) 250 мЗв/год (25 бэр/год).
7. Эффективная (эквивалентная) доза облучения для персонала составляет:
- а) 20 мЗв (2 бэр) в год.
  - б) 50 мЗв (5 бэр) в год в среднем за любые последовательные 5 лет.
  - в) 20 мЗв (2 бэр) в год в среднем за любые последовательные 5 лет.
  - г) 20 мЗв (2 бэр) в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв (5 бэр) в год.**
8. Наличие согласия территориального органа Госсанэпиднадзора требуется на планируемое повышенное облучение в эффективной дозе до:
- а) 50 мЗв (5 бэр).
  - б) 100 мЗв (10 бэр).**
  - в) 150 мЗв (15 бэр).
  - г) 200 мЗв (20 бэр).
9. Укажите определение поглощенной дозы:
- а) отношение величины полного заряда ионов к величине объема воздуха, в котором возник этот заряд.
  - б) максимальная энергия, переданная излучением в некотором объеме, отнесенная к величине этого объема.
  - в) средняя энергия, переданная излучением веществу, находящемуся в элементарном объеме, деленная на массу вещества в этом объеме.**
  - г) величина, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения тела человека.
10. Защита от какого вида излучения применяется из материалов с высокой замедляющей способностью (вода, парафин, графит) и высокой поглощающей способностью (бор, кадмий)?
- а)  $\alpha$  - излучение.
  - б)  $\beta$  - излучение.
  - в)  $\gamma$  - излучение.
  - г)  $n$  – излучение.**
11. Для защиты от какого вида излучения применяются тяжелые материалы (свинец, бетон, железо)?
- а)  $\alpha$  - излучение.
  - б)  $\beta$  - излучение.
  - в)  $\gamma$  - излучение.**
  - г)  $n$  – излучение.
12. Для защиты от какого вида излучения применяются легкие материалы (алюминий, плексиглас и т.п.)?
- а)  $\alpha$  - излучение.

**б)  $\beta$  - излучение.**

в)  $\gamma$  - излучение.

г)  $n$  – излучение.

13. Какое облучение наиболее опасно для организма?

**а) Внутренне облучение.**

б) Внешнее облучение.

в) Внешнее безконтактное.

г) Все перечисленные.

14. Какое соотношение между единицами эквивалентной дозы? 1 бэр = ... Зв.

а) 100

б)  $3,7 \times 10^{10}$

**в)  $1 \times 10^{-2}$**

г)  $1 \times 10^{-3}$

15. Самый ранний клинический симптом при острой лучевой болезни?

**а) тошнота и рвота**

б) лейкопения

в) эритема кожи

г) выпадение волос

Инструментальные и экспериментальные методы физики ядерных реакторов

1. Сколько ТВС входят в состав АЗ реактора?

**1. 163**

2. 12

3. 1080

4. 254

2. Как закреплены ТВЭЛы в дистанционирующих решетках УТВС?

1. Прикреплены с помощью сварки только к центральной решетке

2. Посадкой с натягом, исключаяющей перемещение

**3. С возможностью перемещения**

4. С помощью сварки

3. Какова роль регулирующего клапана?

1. Для снабжения турбины паром

**2. Для изменения расхода пара в турбину**

3. Для обеспечения плотности закрытия доступа пара в турбину

4. Отсекать доступ пара в проточную часть турбины

4. Сколько ступеней имеет импульсный насос системы регулирования?

1. 1

**2. 2**

3. 3

4. 4

5. Сколько аварийных упоров установлено в районе электродвигателя ГЦН?

1. 2

- 2. 3
- 3. 1
- 4. 0

6. Сколько страховочных тяг установлено в районе электродвигателя ГЦН?

**1. Отсутствуют**

- 2. 3
- 3. 2
- 4. 1

7. Закончите фразу: «Сепарационные устройства состоят из пакетов волнистой формы. Конструкция пакета включает в себя установленный за жалюзи паровой дырчатый лист. Он предназначен для...»

- 1. Для предотвращения попадания влажного пара в паровой коллектор
- 2. Для выравнивания полей скоростей пара**
- 3. Для выравнивая паровой нагрузки
- 4. Для окончательной осушки пара

8. Какие аварийные сигналы шунтируются с выдержкой по времени?

- 1. От АКНП мощность менее 75% от номинальной
- 2. От АКНП мощность менее 5% от номинальной
- 3. По состоянию ГЦН 1,2,3,4**
- 4. Все аварийные сигналы шунтируются с выдержкой времени 5 или 50 секунд

9. Где расположен пружинный блок, обеспечивающий возврат в исходное положение подвижного полюса?

- 1. В нижней части несущей трубы
- 2. На несущей трубе
- 3. В верхней части несущей трубы
- 4. В районе неподвижного полюса запирающего магнита**

10. Какую мощность потребляет один блок ТЭН в номинальном режиме КД?

- 1. 90 кВт**
- 2. 85 кВт
- 3. 95 кВт
- 4. 125 кВт

11. Назовите, ка кой группе оборудования относится корпус реактора

- 1. к группе В
- 2. к группе С
- 3. к группе А**
- 4. к группе А и В

12. Если пострадавший продолжает соприкасаться с токоведущими частями какие действия должны быть предприняты лицом, оказывающим помощь в первую очередь?

- 1. Немедленно вызвать скорую помощь

**2. Быстро освободить пострадавшего от действия электрического тока**

3. Немедленно доложить мастеру или начальнику цеха
4. Отключить питание токоведущей части

13. Как оказывать первую помощь при попадании едкой щелочи ее паров в глаза.

1. Промыть большим количеством воды в течение 10-15 минут
2. Промыть водой в течении 5 минут. И делать примочки из 10%-ного раствора пит.
3. Промывать глаза большим количеством воды, а затем 2%-ным раствором борной кислоты.
- 4. Раздвинуть веки и промыть глаза под струей холодной воды от носа к наружи глаз. Вызвать скорую помощь**

14. Определите, какие из характеристик НЕ соответствуют типу парогенератора ПГВ-100

1. С погруженным дырчатым листом
- 2. С системой принудительной циркуляции котловой воды**
3. Однокорпусной
4. Горизонтальный

15. Укажите, к какой группе уплотнений относится уплотнение вала ГЦН-195

- 1. Контактные-торцевые-гидродинамические**
2. Бесконтактные щелевые
3. Контактные-сальниковые

Безопасность и контроль в физике ядерных реакторов

1. Борное регулирование — это

*А) управление интенсивностью цепной реакции деления (реактивностью) в двухконтурных водо-водяных ядерных реакторах.*

*Б) управление интенсивностью цепной реакции деления (реактивностью) в одноконтурных водо-водяных ядерных реакторах.*

*В) управление интенсивностью цепной реакции деления (реактивностью) в РБМК.*

2. Система внутриреакторного контроля (СВРК) –

*А) это система контроля ядерного реактора, которая даёт сведения о параметрах и характеристиках активной зоны, необходимых для обеспечения проектного технологического режима эксплуатации активной зоны ядерного реактора.*

*Б) это ПО ядерного реактора, которое даёт сведения о параметрах и характеристиках активной зоны, необходимых для обеспечения проектного стационарного режима эксплуатации активной зоны ядерного реактора.*

3. Датчик прямого заряда (ДПЗ) (несколько вариантов ответа) -

*А) датчики с принудительным собиранием заряда и датчики, генерирующие электрический заряд.*

*Б) эмиссионный детектор прямого заряда.*

*В) детектор P-Z типа.*

*Г) датчик позитронного заряда.*

4. Какие категории облучаемых лиц существуют? (несколько вариантов ответа)

*А) персонал группы А.*

*Б) персонал группы Б.*

*В) население.*

Г) Персонал группы А, Б, В, население и животные.

5. При планировании и проведении мероприятий по обеспечению радиационной безопасности, принятии решений в области обеспечения радиационной безопасности, анализе эффективности указанных мероприятий органами государственной власти, органами местного самоуправления, а также организациями, осуществляющими деятельность с использованием источников ионизирующего излучения, проводится оценка радиационной безопасности по следующим основным показателям (несколько вариантов ответа):

- А) характеристика радиоактивного загрязнения окружающей среды.
- Б) анализ обеспечения мероприятий по радиационной безопасности и выполнения норм, правил и гигиенических нормативов в области радиационной безопасности.
- В) вероятность радиационных аварий и их масштаб.
- Г) степень готовности к эффективной ликвидации радиационных аварий и их последствий.

6. Для того чтобы цепной реакции считалась управляемой коэффициент размножения нейтронов должен быть...

- А) много меньше нуля.
- Б) много больше единицы.
- В) примерно равен нулю.
- Г) около единицы.

7. Какие материалы могут быть использованы в качестве замедлителя нейтронов? (несколько вариантов ответа)

- А) материал должен состоять из «лёгких» молекул.
- Б) материал должен обладать значимой физической плотностью.
- В) материал замедлителя не должен интенсивно поглощать нейтроны уже после их замедления.
- Г) материал должен состоять из «тяжелых» молекул.

8. КИУМ — это

- А) коэффициент использования установленной мощности.
- Б) коэффициент ионизирующей установленной мощности.

9) САОР – это

- А) Система аварийного охлаждения реактора.
- Б) Система аварийного останова реактора.

10) Как работает ускоренная предупредительная защита реактора?

- А) служит для быстрой разгрузки блока до уровня мощности 40-50%.
- Б) служит для быстрой разгрузки блока до уровня мощности 10-20%.
- В) служит для быстрого останова реактора.

11) Йодная яма – это

- А) состояние ядерного реактора после его выключения либо снижения его мощности, характеризующееся накоплением короткоживущего изотопа ксенона  $^{135}\text{Xe}$ , образующегося в результате радиоактивного распада изотопа иода  $^{135}\text{I}$ .
- Б) состояние ядерного реактора после его выключения либо снижения его мощности, характеризующееся накоплением короткоживущего изотопа ксенона  $^{135}\text{I}$ , образующегося в результате радиоактивного распада изотопа иода  $^{135}\text{Xe}$ .

12) Шлакование топлива – это

- А) это процесс накопления в работающем реакторе стабильных и долгоживущих продуктов деления, участвующих в непроизводительном захвате тепловых нейтронов и, тем самым, понижающих запас реактивности реактора.  
 Б) это процесс накопления в работающем реакторе изотопов, участвующих в непроизводительном захвате тепловых нейтронов и, тем самым, понижающих запас реактивности реактора.

13) Мощностной коэффициент реактивности – это

- А) величина, характеризующая изменение реактивности ядерного реактора, вызванное изменением мощности.  
 Б) величина, характеризующая тепловую мощность реактора.  
 В) величина, характеризующая электрическую мощность реактора.

14) Индивидуальный дозиметрический контроль (ИДК) – это

- А) мониторинг профессионального облучения работников в организации, которые взаимодействуют с источниками ионизирующих излучений.  
 Б) мониторинг профессионального облучения работников группы А и Б в организации, которые взаимодействуют с источниками ионизирующих излучений.

15) Эквивалентная доза в хрусталике глаза для населения меньше, чем для персонала группы А в х раз.

- А) 10.  
 Б) 2.  
 В) 5.  
 Г) 20.

#### 1) Тестовые задания без выбора ответов

Физический практикум по экспериментальным методам ядерной физики и дозиметрии

- 1) Оценить коэффициент усиления  $K$  фотоэлектронного умножителя если коэффициент вторичной эмиссии диода  $\sigma = 2$ , число диодов  $n=10$ .

$$\text{Ответ: } K = \sigma^n = 2^{10} = 1024$$

- 2) Оценить амплитуду импульса  $U$  напряжения на аноде ФЭУ если на фотокатод поступает  $N=10$  фотонов, конверсионная эффективность фотокатода  $a=0,3$ ; коэффициент вторичной электронной эмиссии диодов  $\sigma = 3$ , число диодов  $n=5$ , емкость анода ФЭУ  $C = 10^{-11} \Phi$ ,  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ .

$$\text{Ответ: } U = N \cdot a \cdot \sigma^n / c \approx 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ В}$$

- 3) Оценить значение рабочего напряжения счётчика Гейгера-Мюллера если нижнее и верхнее значения напряжения плато-счётной характеристики составляют соответственно  $U_n = 300 \text{ В}$ ;  $U_g = 500 \text{ В}$ .

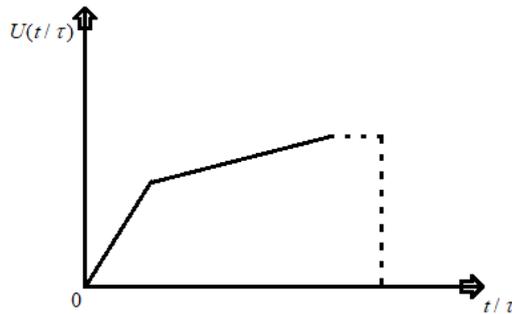
$$\text{Ответ: } U_p = (U_g + U_n) / 2 \approx 400 \text{ В}.$$

- 4) Оцените минимальное значение мёртвого времени счётчика с самостоятельным разрядом, если длительность разряда составляет  $\tau = 10^{-4} \text{ с}$ , а постоянная  $RC$  интегрирующей цепи равна  $RC = 10^{-3} \text{ с}$ .

$$\text{Ответ: } \tau_m \approx RC = 10^{-3} \text{ с}.$$

- 5) Показать на качественном уровне форму импульсов напряжений от точечной ионизации в плоской импульсной камере без газового

усиления с мёртвым временем  $\tau$ , если точечная ионизация локализована посередине между электродами:  $d/2$  и  $RC \ll \tau$ .



Ответ:

- 6) Получить выражение для эффективного коэффициента газового усиления  $K_g$  в счётчике, коэффициентом усиления  $K_0$  при учёте вклада в разряд фотонного механизма.

$$\text{Ответ: } K_g = \frac{K}{1 - \sigma K}.$$

- 7) Получите зависимость разрешающего времени  $\tau$  в импульсной ионизационной камере без газового усиления с однородным полем для точечной ионизации от координаты  $X$  точной ионизации.

Ответ:  $\tau \propto X$ .

- 8) Покажите различие в средних удельных ионизационных потерях энергии для протонов и дейтронов с одной энергией на основании которого можно рассчитать эти частицы

$$\text{Ответ: } \left( \frac{dE}{dx} \right)_p \propto \frac{4\pi e^4}{Mv_p^2} N \{ \ln \dots \},$$

$$\left( \frac{dE}{dx} \right)_d \propto \frac{4\pi e^4}{Mv_d^2} N \{ \ln \dots \},$$

$$v_d^2 = v_p^2 / 2,$$

$$\left( \frac{dE}{dx} \right)_d \propto 2 \frac{4\pi e^4}{Mv_p^2} N \{ \ln \dots \}.$$

- 9) Как зависит эффективность  $\varepsilon$  регистрации коллимированного, моноэнергетического потока гамма-квантов о линейных размеров в детектора соосного с потоком квантов.

$$\text{Ответ: } \varepsilon \propto (1 - e^{-\mu l}),$$

$\mu$  - линейный коэффициент ослабления.

- 10) Показать, что средняя энергия, затраченная частицей в рабочем веществе детектора на образование одной пары носителей заряда  $\omega$  влияет на энергетическое разрешение  $\Delta$  спектрометра.

$$\text{Ответ: } \Delta \propto \sqrt{E/\omega}, \quad \delta = \sqrt{E/\omega} / E = \sqrt{\omega/E}.$$

#### Резонансные методы исследования

1. На чем основан резонансный метод?

**Резонансный метод основан на регистрации параметров резонансных колебаний, возбуждаемых в контролируемом объекте.**

2. Что такое эталонный образец?

**Эталонный образец – это образец продукции, утвержденный в установленном порядке, показатели качества которого принимаются за базовые.**

3. Что такое ядерный магнитный резонанс (ЯМР)?

**Ядерный магнитный резонанс (ЯМР) – резонансное поглощение электромагнитных волн атомными ядрами, происходящее при изменении ориентации векторов их собственных моментов количества движения (спинов).**

4. Что такое компьютерная томография?

**Компьютерная томография – это метод послойной диагностики организма, основанный на рентгеновском излучении.**

5. Что из себя представляют фантомы?

**Фантомы являются моделями тела человека или животных, предназначенные для измерения поглощенных доз ионизирующих излучений.**

6. Что такое эффект Мёссбауэра или ядерный гамма-резонанс?

**Эффект Мёссбауэра или ядерный гамма-резонанс — испускание или поглощение гамма-квантов атомными ядрами в твёрдом теле, не сопровождающееся изменением колебательной энергии тела, то есть испусканием или поглощением фононов.**

#### Спектрометрия ядерных излучений

1. Чем различаются спектры распределений количеств движений  $P$ , при бета-минус распаде ядер и при бета-плюс распаде ядер при магнитной спектрометрии в однородном поле с углом  $\pi$ ?

Ответ: наличием распределения в области соответствующей энергии 0,511 МэВ и 1,022 МэВ при  $\beta$ -плюс распаде.

2. Как оценить характеристики каскадов переходов между возбуждённым состоянием ядер методом гамма-спектрометрии?

Ответ: Получить аппаратные гамма-спектры исследуемого источника в нескольких геометриях: близко к детектору; на большем удалении. Изменение относительных интенсивностей потоков полного поглощения позволяет оценить каскадность.

3. Как оценить по аппаратному альфа-спектру, например, спектрометром с полупроводниковым детектором в генетической цепочке, какой изотоп является материнским, а какой дочерним.

Ответ: У дочернего изотопа линий в аппаратном альфа-спектре смещении в область низких энергии и уширенных за счёт эффекта отдачи.

4. Что можно сказать об интенсивности  $J$  гамма-перехода между двумя состояниями ядра со спинами  $I=0$ .

Ответ:  $J=0$ .

5. Почему при альфа-распаде ядер измеряют спектр альфа-частиц, а не энергетический спектр дочерних ядер отдачи?

Ответ:  $T_{\alpha} \gg T_{отдачи}$ .

6. При каких условиях измерений излучений, возникающих при распаде возбуждённых состояний ядер экспоненциальный характер изменения интенсивности излучения нарушается?

Ответ: Если измерения потока излучения проводятся в интервале времени  $\Delta t$  меньше времени жизни этого состояния.

7. Как определить мультипольность перехода между состояниями ядра по энергетическому спектру электронов конверсии?

Ответ: Отношения площадей пиков в спектре электронов с поправкой на эффективность определяет мультипольность перехода.

8. Как доказать несохранение пространственной четности при бета-распаде ядер?

Ответ: Провести измерение углового распределения интенсивности бета-излучения поляризованных ядер бета-излучателя.

9. Как определить параметр деформации ядра?

Ответ: Провести измерения спектров гамма-излучения и спектров конверсионных электронов. По этим спектрам определяют ротационные низколежащие возбужденные состояния, характеристики которых зависят от деформации ядра.

10. Как определить атомный номер (заряд) ядра?

Ответ: По характеристическому рентгеновскому излучению, возникающему при образовании конверсионных электронов на основе закона Мозли.

## Дозиметрия и радиоэкология

### 1. В результате каких этапов проявляется биологическое действие радиации на живой организм?

- поглощение энергии излучения клетками и тканями организма;
- образование свободных радикалов и окислителей;
- нарушение биохимических процессов;
- нарушение физиологических процессов.

### 2. Перечислить основные особенности действия ионизирующего излучения.

- высокая эффективность поглощенной энергии;
- наличие скрытого появления действия ионизирующего излучения;
- накопление действия малых доз;
- воздействие излучения не только на данный живой организм, но и на его потомство;
- разная чувствительность к облучению различных органов живого организма;
- одноразовое облучение в большой дозе вызывает более глубокие последствия, чем многократные, в сумме составляющие ту же дозу.

### 3. Какие технические средства включает система радиационного контроля?

- непрерывный контроль на основе стационарных автоматизированных технических средств;
- оперативный контроль на основе носимых, передвижных или подвижных технических средств;
- лабораторный анализ на основе стационарной аппаратуры;
- индивидуальный дозиметрический контроль облучения персонала.

### 4. Что предусматривает контроль за радиационной обстановкой?

- контроль мощности дозы гамма-излучения и годовой дозы на местности;
- контроль загрязнения атмосферного воздуха, почвы, растительности, воды открытых водоемов;
- контроль загрязнения продуктов питания и кормов местного производства;
- определение нуклидного состава радиоактивного загрязнения.

### 5. Какие методы применяются для дезактивации территории?

- смывание радиоактивных веществ водой или водным раствором ПАВ поливочными машинами;
- смывание радиоактивных веществ и всасывание их в бункер вакуумной машиной с последующим вывозом и захоронением опасных отходов;
- снятие верхнего слоя зараженного грунта на глубину 10-15 см дорожно-строительной техникой и замена его новым;
- сгребание радиоактивно-загрязненного снега машинами, имеющими спецоборудование.

Инструментальные и экспериментальные методы физики ядерных реакторов

### **1. Дайте определение активной зоне и отражателю.**

Активная зона – это часть реактора, в которой может протекать самоподдерживающаяся цепная реакция деления. Материалы, примыкающие к активной зоне и возвращающие часть уходящих из нее нейтронов обратно, в совокупности образуют отражатель.

### **2. Расскажите про основные особенности нейтронной реакции деления.**

Основные особенности нейтронной реакции деления: а) образование осколков деления; б) образование новых свободных нейтронов при делении; в) радиоактивность осколков деления, обуславливающая их дальнейшие трансформации к более устойчивым образованиям, из-за чего возникает ряд побочных эффектов – как позитивных, полезных, так и негативных, которые следует обязательно учитывать при проектировании, постройке и эксплуатации ядерных реакторов; г) высвобождение энергии при делении – главное свойство реакции деления, позволяющее создать энергетический ядерный реактор.

### **3. Дайте определение плотности потока нейтронов.**

Плотность тока нейтронов – это вектор, модуль которого численно равен разности чисел нейтронов, ежесекундно пересекающих единичную плоскую площадку, перпендикулярную направлению этого вектора, в двух противоположных направлениях

### **4. Что такое поколение нейтронов и эффективный коэффициент размножения нейтронов.**

Поколение нейтронов в реакторе – это совокупность нейтронов, рождаемых в активной зоне реактора одновременно или в очень короткий (по сравнению со временем их свободного существования) промежуток времени.

Величина, представляющая собой отношение чисел нейтронов рассматриваемого и непосредственно предшествующего ему поколений, называется эффективным коэффициентом размножения нейтронов в реакторе.

### **5. Дайте определение внешнего и внутреннего блок-эффекта.**

Эффект уменьшения плотности потока тепловых нейтронов при их диффузии в замедлителе по направлению к топливному блоку, обусловленный поглощающими свойствами реального замедлителя, называемый внешним блок-эффектом.

Эффект более значительного уменьшения плотности потока тепловых нейтронов при их диффузии от периферии к оси топливного блока, определяемый сильными поглощающими свойствами топливного блока, называемый внутренним блок-эффектом.

Безопасность и контроль в физике ядерных реакторов

1) Дайте определение термина «Атомная станция»:

*Атомная станция: Ядерная установка для производства энергии в заданных режимах и условиях применения, располагающаяся в пределах определенной проектом территории, на которой для осуществления этой цели используется ядерный реактор (реакторы) и комплекс необходимых систем, устройств, оборудования и сооружений с необходимыми работниками (персоналом) (НП-001).*

2) Требования к лицам, допускающимся к работе с источниками излучения:

*К работе с источниками излучения допускаются лица не моложе 18 лет, не имеющие медицинских противопоказаний, отнесенные приказом руководителя к категории персонала группы А, прошедшие обучение по правилам работы с источником излучения и по радиационной безопасности, прошедшие инструктаж по радиационной безопасности.*

*На определенные виды деятельности допускается персонал группы А при наличии у них разрешений, выдаваемых органами государственного регулирования безопасности. Перечень специалистов указанного персонала, а также предъявляемые к ним квалификационные требования определяются Правительством Российской Федерации.*

3) Термин «Авария радиационная»:

*Авария радиационная - потеря управления источником ионизирующего излучения, вызванная неисправностью оборудования, неправильными действиями работников (персонала), стихийными бедствиями или иными причинами, которая могла привести или привела к облучению людей выше установленных норм или радиоактивному загрязнению окружающей среды.*

4) Термин «Загрязнение поверхности неснимаемое (фиксированное)»:

*Загрязнение поверхности неснимаемое (фиксированное) - радиоактивные вещества, которые не переносятся при контакте на другие предметы и не удаляются при дезактивации.*

5) Термин «Загрязнение поверхности снимаемое (нефиксированное)»:

*Загрязнение поверхности снимаемое (нефиксированное) - радиоактивные вещества, которые переносятся при контакте на другие предметы и удаляются при дезактивации.*

## Календарный график освоения элементов образовательной программы

Компетенция	1 курс		2 курс		3 курс		4 курс		5 курс		6 курс
	1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	5 семестр	6 семестр	7 семестр	8 семестр	9 семестр	А семестр	В семестр
УК-1	Б1.О.07 ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА Б1.О.08 МЕХАНИКА, МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА	Б1.О.07 ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА Б1.О.09 ЭЛЕКТРОСТАТИКА, ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ, КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ Б1.О.12 ОБЩАЯ ХИМИЯ	Б1.О.01 ФИЛОСОФИЯ Б1.О.07 ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА Б1.О.10 ОПТИКА, ФИЗИКА АТОМОВ И МОЛЕКУЛ	ФТД.В.01 АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕОРИИ ПОЗНАНИЯ							Б3.01(Д) ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ
УК-2	Б1.О.28 ПРОЕКТНЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ										Б3.01(Д) ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Компетенция	1 курс		2 курс		3 курс		4 курс		5 курс		6 курс	
	1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	5 семестр	6 семестр	7 семестр	8 семестр	9 семестр	А семестр	В семестр	
УК-3	Б1.О.27 КОММУНИКАТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБЩЕНИЯ	Б1.О.29 СОВРЕМЕННЫЕ ТЕОРИИ И ТЕХНОЛОГИИ РАЗВИТИЯ ЛИЧНОСТИ								Б1.В.ДВ.01.03 ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ ДОБРОВОЛЬЧЕСКОЙ (ВОЛОНТЕРСКОЙ) ДЕЯТЕЛЬНОСТИ Б1.В.ДВ.01.04 ТРЕНИНГ ОБЩЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ	Б1.В.ДВ.04.03 ТРЕНИНГ УЧЕБНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ	
УК-4	Б1.О.03 ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК Б1.О.27 КОММУНИКАТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБЩЕНИЯ Б1.О.28 ПРОЕКТНЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ	Б1.О.03 ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК Б1.О.29 СОВРЕМЕННЫЕ ТЕОРИИ И ТЕХНОЛОГИИ РАЗВИТИЯ ЛИЧНОСТИ	Б1.О.03 ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК	Б1.О.03 ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК	Б1.О.33 ПРОФЕССИОНАЛЬНО- ОРИЕНТИРОВАННОЕ ОБЩЕНИЕ НА ИНОСТРАННОМ ЯЗЫКЕ	Б1.О.33 ПРОФЕССИОНАЛЬНО- ОРИЕНТИРОВАННОЕ ОБЩЕНИЕ НА ИНОСТРАННОМ ЯЗЫКЕ	Б1.О.33 ПРОФЕССИОНАЛЬНО- ОРИЕНТИРОВАННОЕ ОБЩЕНИЕ НА ИНОСТРАННОМ ЯЗЫКЕ	Б1.О.33 ПРОФЕССИОНАЛЬНО- ОРИЕНТИРОВАННОЕ ОБЩЕНИЕ НА ИНОСТРАННОМ ЯЗЫКЕ			Б3.01(Д) ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ	

Компетенция	1 курс		2 курс		3 курс		4 курс		5 курс		6 курс
	1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	5 семестр	6 семестр	7 семестр	8 семестр	9 семестр	А семестр	В семестр
УК-5	Б1.О.27 КОММУНИКАТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБЩЕНИЯ	Б1.О.02 История России	Б1.О.01 Философия								
УК-6		Б1.О.06 ЭКОНОМИКА И ФИНАНСОВАЯ ГРАМОТНОСТЬ Б1.О.29 СОВРЕМЕННЫЕ ТЕОРИИ И ТЕХНОЛОГИИ РАЗВИТИЯ ЛИЧНОСТИ									Б3.01(Д) ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ
УК-7	Б1.О.04 ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ Б1.В.17 ЭЛЕКТИВНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТУ (МОДУЛЬ)	Б1.В.17 ЭЛЕКТИВНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТУ (МОДУЛЬ)	Б1.В.17 ЭЛЕКТИВНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТУ (МОДУЛЬ)	Б1.В.17 ЭЛЕКТИВНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТУ (МОДУЛЬ)	Б1.В.17 ЭЛЕКТИВНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТУ (МОДУЛЬ)	Б1.В.17 ЭЛЕКТИВНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТУ (МОДУЛЬ)					

Компетенция	1 курс		2 курс		3 курс		4 курс		5 курс		6 курс
	1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	5 семестр	6 семестр	7 семестр	8 семестр	9 семестр	А семестр	В семестр
УК-8					Б1.О.05 БЕЗОПАС НОСТЬ ЖИЗНЕДЕ ЯТЕЛЬНО СТИ						
УК-9		Б1.О.06 ЭКОНОМИ КА И ФИНАНСО ВАЯ ГРАМОТН ОСТЬ									
УК-10				Б1.О.16 ПРАВОВЫ Е И ОРГАНИЗ АЦИОНН ЫЕ ОСНОВЫ ПРОТИВО ДЕЙСТВИ Я КОРРУПЦ ИИ							

Компетенция	1 курс		2 курс		3 курс		4 курс		5 курс		6 курс
	1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	5 семестр	6 семестр	7 семестр	8 семестр	9 семестр	А семестр	В семестр
ОПК-1	Б1.О.07 ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА Б1.О.08 МЕХАНИКА МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА Б1.О.11 ИНФОРМАТИКА	Б1.О.07 ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА Б1.О.09 ЭЛЕКТРОСТАТИКА, ЭЛЕКТРОМАГНИТИЗМ, КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ Б1.О.12 ОБЩАЯ ХИМИЯ	Б1.О.07 ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА Б1.О.10 ОПТИКА, ФИЗИКА АТОМОВ И МОЛЕКУЛ Б1.О.14 СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ Б1.О.17 ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	Б1.О.15 ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА Б1.О.18 СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА Б1.О.19 ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА	Б1.О.20 УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ Б1.О.21 МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И И ГАЗА Б1.О.23 ФИЗИКА НЕЙТРОНОВ	Б1.О.22 ТЕПЛОМАССОБМЕН В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ ОБОРУДОВАНИИ		Б1.О.26 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ Б1.О.31 ОБРАБОТКА ВОДЫ НА АЭС			Б3.01(Д) ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ
ОПК-2	Б1.О.08 МЕХАНИКА МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА	Б1.О.09 ЭЛЕКТРОСТАТИКА, ЭЛЕКТРОМАГНИТИЗМ, КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ	Б1.О.10 ОПТИКА, ФИЗИКА АТОМОВ И МОЛЕКУЛ	Б1.О.19 ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА	Б1.О.21 МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И И ГАЗА Б1.О.23 ФИЗИКА НЕЙТРОНОВ	Б1.О.22 ТЕПЛОМАССОБМЕН В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ ОБОРУДОВАНИИ	Б1.О.25 ТОПЛИВО И МАТЕРИАЛЫ ЯДЕРНОЙ ТЕХНИКИ				Б3.01(Д) ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ
ОПК-3	Б1.О.11 ИНФОРМАТИКА		Б1.О.17 ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА Б1.О.30 КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ				Б1.О.24 ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И САПР				Б3.01(Д) ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Компетенция	1 курс		2 курс		3 курс		4 курс		5 курс		6 курс
	1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	5 семестр	6 семестр	7 семестр	8 семестр	9 семестр	А семестр	В семестр
ОПК-4								Б1.О.32 ТЕХНОЛО ГИЯ И ЯЗЫКИ ПРОГРАМ МИРОВА НИЯ			Б3.01(Д) ПОДГОТОВ КА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКА ЦИОННОЙ РАБОТЫ
ОПК-5	Б1.О.11 ИНФОРМА ТИКА									Б2.О.04(П) ПРОИЗВОДС ТВЕННАЯ ПРАКТИКА, ЭКСПЛУАТА ЦИОННАЯ Б2.О.05(Пд) ПРОИЗВОДС ТВЕННАЯ ПРАКТИКА, ПРЕДДИПЛО МНАЯ Б3.01(Д) ПОДГОТОВ КА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКА ЦИОННОЙ РАБОТЫ	Б2.О.04(П) ПРОИЗВОДС ТВЕННАЯ ПРАКТИКА, ЭКСПЛУАТА ЦИОННАЯ

Компетенция	1 курс		2 курс		3 курс		4 курс		5 курс		6 курс	
	1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	5 семестр	6 семестр	7 семестр	8 семестр	9 семестр	А семестр	В семестр	
ПК-1				Б2.О.02(У) УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА А, ТЕХНОЛО ГИЧЕСКА Я (ПРОЕКТО- ТЕХНОЛО ГИЧЕСКА Я)	Б1.В.04 ТЕОРИЯ ПЕРЕНОС А ИЗЛУЧЕН ИЙ Б1.В.12 ОСНОВЫ ЭЛЕКТРО ДИНАМИК И И КВАНТОВ ОЙ МЕХАНИК И	Б1.В.05 ТЕОРИЯ ПЕРЕНОС А НЕЙТРОН ОВ Б1.В.06 ТЕРМОДИ НАМИЧЕС КИЕ ЦИКЛЫ АЭС Б1.В.07 ТУРБОМА ШИНЫ АЭС Б1.В.12 ОСНОВЫ ЭЛЕКТРО ДИНАМИК И И КВАНТОВ ОЙ МЕХАНИК И Б2.О.03(П) ПРОИЗВО ДСТВЕНН АЯ ПРАКТИК А, ТЕХНОЛО ГИЧЕСКА Я (ПРОЕКТО- ТЕХНОЛО ГИЧЕСКА Я) ФТД.В.02 Ф ИЗИКА ФУНДАМЕ НТАЛЬНЫ Х ВЗАИМОД ЕЙСТВИЙ		Б1.В.07 ТУРБОМАШ ИНЫ АЭС Б1.В.10 ПАРОГЕНЕ РАТОРЫ И ТЕПЛООБМ ЕННИКИ Б1.В.16 ЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ	Б1.О.26 МАТЕМАТ ИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИР ОВАНИЯ ФИЗИЧЕС КИХ ПРОЦЕСС ОВ Б1.О.32 ТЕХНОЛО ГИЯ И ЯЗЫКИ ПРОГРАМ МИРОВАН ИЯ Б1.В.09 ЯДЕРНЫЕ ЭНЕРГЕТ ИЧЕСКИЕ РЕАКТОР Ы Б1.В.10 ПАРОГЕН ЕРАТОРЫ И ТЕПЛООБ МЕННИКИ Б2.О.03(П) ПРОИЗВО ДСТВЕНН АЯ ПРАКТИК А, ТЕХНОЛО ГИЧЕСКА Я (ПРОЕКТО- ТЕХНОЛО ГИЧЕСКА Я)	Б1.В.09 ЯДЕРНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧ ЕСКИЕ РЕАКТОРЫ Б1.В.ДВ.03.01 НАГНЕТАТЕЛ И АЭС	Б1.В.ДВ.03.01 НАГНЕТАТЕЛ И АЭС Б2.О.04(П) ПРОИЗВОДС ТВЕННАЯ ПРАКТИКА, ЭКСПЛУАТА ЦИОННАЯ	Б2.О.04(П) ПРОИЗВОДС ТВЕННАЯ ПРАКТИКА, ЭКСПЛУАТА ЦИОННАЯ Б3.01(Д) ПОДГОТОВК А К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКА ЦИОННОЙ РАБОТЫ

Компетенция	1 курс		2 курс		3 курс		4 курс		5 курс		6 курс	
	1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	5 семестр	6 семестр	7 семестр	8 семестр	9 семестр	А семестр	В семестр	
ПК-2		Б2.О.01(У) УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА  ОЗНАКОМ ИТЕЛЬНА Я		Б1.В.02 ДЕТАЛИ МАШИН Б2.О.02(У) УЧЕБНАЯ ПРАКТИК А, ТЕХНОЛО ГИЧЕСКА Я (ПРОЕКТИ О- ТЕХНОЛО ГИЧЕСКА Я)		Б1.В.03 ЭКОНОМ ИКА ОТРАСЛИ Б1.В.07 ТУРБОМА ШИНЫ АЭС Б2.О.03(П) ПРОИЗВО ДСТВЕНН АЯ ПРАКТИК А, ТЕХНОЛО ГИЧЕСКА Я (ПРОЕКТИ О- ТЕХНОЛО ГИЧЕСКА Я)		Б1.О.25 ТОПЛИВО И МАТЕРИАЛ Ы ЯДЕРНОЙ ТЕХНИКИ Б1.В.07 ТУРБОМАШ ИНЫ АЭС Б1.В.10 ПАРОГЕНЕ РАТОРЫ И ТЕПЛОБМ ЕННИКИ	Б1.О.31 ОБРАБОТ КА ВОДЫ НА АЭС Б1.В.10 ПАРОГЕН ЕРАТОРЫ И ТЕПЛОБ МЕННИКИ Б2.О.03(П) ПРОИЗВО ДСТВЕНН АЯ ПРАКТИК А, ТЕХНОЛО ГИЧЕСКА Я (ПРОЕКТИ О- ТЕХНОЛО ГИЧЕСКА Я)	Б1.В.14 ОСНОВЫ ПРОЕКТИР ОВАНИЯ ЭЛЕКТРОСТ АНЦИЙ	Б1.В.15 ЭКСПЛУАТА ЦИЯ АЭС	Б3.01(Д) ПОДГОТОВК А К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКА ЦИОННОЙ РАБОТЫ

Компетенция	1 курс		2 курс		3 курс		4 курс		5 курс		6 курс
	1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	5 семестр	6 семестр	7 семестр	8 семестр	9 семестр	А семестр	В семестр
ПК-3								Б1.В.09 ЯДЕРНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕАКТОРЫ	Б1.В.09 ЯДЕРНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕАКТОРЫ Б1.В.11 АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ Б1.В.ДВ.02.02 ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ АЭС	Б1.В.11 АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ Б1.В.13 СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЯДЕРНЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ И АТОМНЫМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ СТАНЦИЯМИ Б1.В.15 ЭКСПЛУАТАЦИЯ АЭС Б1.В.ДВ.03.01 НАГРЕВАТЕЛИ И АЭС	Б3.01(Д) ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Компетенция	1 курс		2 курс		3 курс		4 курс		5 курс		6 курс
	1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	5 семестр	6 семестр	7 семестр	8 семестр	9 семестр	А семестр	В семестр
ПК-4						Б1.В.03 ЭКОНОМ ИКА ОТРАСЛИ Б1.В.07 ТУРБОМА ШИНЫ АЭС Б2.О.03(П) ПРОИЗВО ДСТВЕНН АЯ ПРАКТИК А, ТЕХНОЛО ГИЧЕСКА Я (ПРОЕКТО- ТЕХНОЛО ГИЧЕСКА Я)	Б1.В.07 ТУРБОМАШ ИНЫ АЭС Б1.В.10 ПАРОГЕНЕ РАТОРЫ И ТЕПЛОБМ ЕННИКИ	Б1.В.09 ЯДЕРНЫЕ ЭНЕРГЕТ ИЧЕСКИЕ РЕАКТОР Ы Б1.В.10 ПАРОГЕН ЕРАТОРЫ И ТЕПЛОБ МЕННИКИ Б2.О.03(П) ПРОИЗВО ДСТВЕНН АЯ ПРАКТИК А, ТЕХНОЛО ГИЧЕСКА Я (ПРОЕКТО- ТЕХНОЛО ГИЧЕСКА Я)	Б1.В.09 ЯДЕРНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕ СКИЕ РЕАКТОРЫ Б1.В.14 ОСНОВЫ ПРОЕКТИРО ВАНИЯ ЭЛЕКТРОСТ АНЦИЙ	Б1.В.ДВ.03.01 НАГНЕТАТЕЛ И АЭС Б1.В.ДВ.03.02 ТЕПЛОМЕХА НИЧЕСКОЕ И ВСПОМОГАТ ЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВА НИЕ ЭЛЕКТРОСТ АНЦИЙ	Б3.01(Д) ПОДГОТОВК А К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКА ЦИОННОЙ РАБОТЫ
ПК-5				Б1.В.01 ПРОЕКТИ РОВАНИЕ , КОНСТРУ КТОРСКА Я ДОКУМЕН ТАЦИЯ И ОСНОВЫ МЕТРОЛО ГИИ					Б1.В.14 ОСНОВЫ ПРОЕКТИРО ВАНИЯ ЭЛЕКТРОСТ АНЦИЙ Б1.В.ДВ.02.02 ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕН ИЯ БЕЗОПАСНО СТИ АЭС		

Компетенция	1 курс		2 курс		3 курс		4 курс		5 курс		6 курс
	1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	5 семестр	6 семестр	7 семестр	8 семестр	9 семестр	А семестр	В семестр
ПК-6					Б1.В.04 ТЕОРИЯ ПЕРЕНОС А ИЗЛУЧЕН ИЙ Б1.В.12 ОСНОВЫ ЭЛЕКТРО ДИНАМИК И И КВАНТОВ ОЙ МЕХАНИК И	Б1.В.05 ТЕОРИЯ ПЕРЕНОС А НЕЙТРОН ОВ Б1.В.12 ОСНОВЫ ЭЛЕКТРО ДИНАМИК И И КВАНТОВ ОЙ МЕХАНИК И Б2.О.03(П) ПРОИЗВО ДСТВЕНН АЯ ПРАКТИК А, ТЕХНОЛО ГИЧЕСКА Я (ПРОЕКТО- ТЕХНОЛО ГИЧЕСКА Я)	Б1.В.10 ПАРОГЕНЕ РАТОРЫ И ТЕПЛООБМ ЕННИКИ	Б1.В.09 ЯДЕРНЫЕ ЭНЕРГЕТИ ЧЕСКИЕ РЕАКТОР Ы Б1.В.10 ПАРОГЕН ЕРАТОРЫ И ТЕПЛООБ МЕННИКИ Б2.О.03(П) ПРОИЗВО ДСТВЕНН АЯ ПРАКТИК А, ТЕХНОЛО ГИЧЕСКА Я (ПРОЕКТО- ТЕХНОЛО ГИЧЕСКА Я)	Б1.В.09 ЯДЕРНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧ ЕСКИЕ РЕАКТОРЫ Б1.В.ДВ.02.01 КИНЕТИКА ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ	Б1.В.13 СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИ Я ЯДЕРНЫМИ ЭНЕРГЕТИЧ ЕСКИМИ УСТАНОВКА МИ И АТОМНЫМИ ЭЛЕКТРИЧ ЕСКИМИ СТАНЦИЯМИ Б1.В.ДВ.03.02 ТЕПЛОМЕХА НИЧЕСКОЕ И ВСПОМОГАТ ЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВА НИЕ ЭЛЕКТРОСТ АНЦИЙ Б2.О.04(П) ПРОИЗВОДС ТВЕННАЯ ПРАКТИКА, ЭКСПЛУАТА ЦИОННАЯ	Б2.О.04(П) ПРОИЗВОДС ТВЕННАЯ ПРАКТИКА, ЭКСПЛУАТА ЦИОННАЯ Б3.01(Д) ПОДГОТОВК А К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКА ЦИОННОЙ РАБОТЫ

Компетенция	1 курс		2 курс		3 курс		4 курс		5 курс		6 курс
	1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	5 семестр	6 семестр	7 семестр	8 семестр	9 семестр	А семестр	В семестр
ПК-7			Б1.О.17 ЭЛЕКТРО НИКА И ЭЛЕКТРО ТЕХНИКА			Б2.О.03(П) ПРОИЗВО ДСТВЕНН АЯ ПРАКТИК А, ТЕХНОЛО ГИЧЕСКА Я (ПРОЕКТО- ТЕХНОЛО ГИЧЕСКА Я)		Б2.О.03(П) ПРОИЗВО ДСТВЕНН АЯ ПРАКТИК А, ТЕХНОЛО ГИЧЕСКА Я (ПРОЕКТО- ТЕХНОЛО ГИЧЕСКА Я)	Б1.В.11 АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРОСТ АНЦИИ	Б1.В.11 АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРОСТ АНЦИИ Б1.В.15 ЭКСПЛУАТА ЦИЯ АЭС Б1.В.ДВ.04.01 ПРИРОДООХ РАННЫЕ ТЕХНОЛОГИ И НА АЭС Б1.В.ДВ.04.02 ФИЗИЧЕСКА Я ЗАЩИТА ПРИ СНЯТИИ ЯДЕРНО- ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ С ЭКСПЛУАТА ЦИИ Б2.О.04(П) ПРОИЗВОДС ТВЕННАЯ ПРАКТИКА, ЭКСПЛУАТА ЦИОННАЯ	Б2.О.04(П) ПРОИЗВОДС ТВЕННАЯ ПРАКТИКА, ЭКСПЛУАТА ЦИОННАЯ Б2.О.05(Пд) ПРОИЗВОДС ТВЕННАЯ ПРАКТИКА, ПРЕДДИПЛО МНАЯ Б3.01(Д) ПОДГОТОВК А К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКА ЦИОННОЙ РАБОТЫ

Компетенция	1 курс		2 курс		3 курс		4 курс		5 курс		6 курс
	1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	5 семестр	6 семестр	7 семестр	8 семестр	9 семестр	А семестр	В семестр
ПК-8				Б1.О.19 ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА	Б1.В.04 ТЕОРИЯ ПЕРЕНОС А ИЗЛУЧЕН ИЙ	Б1.В.05 ТЕОРИЯ ПЕРЕНОС А НЕЙТРОН ОВ			Б1.В.11 АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРОСТ АНЦИИ Б1.В.ДВ.01.01 ДОЗИМЕТРИ Я И ОСНОВЫ РАДИАЦИОН НОЙ БЕЗОПАСНО СТИ Б1.В.ДВ.01.02 ЗАЩИТА ОТ ИОНИЗИРУЮ ЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ	Б1.В.11 АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРОСТ АНЦИИ Б1.В.15 ЭКСПЛУАТА ЦИЯ АЭС Б1.В.ДВ.04.01 ПРИРОДООХ РАННЫЕ ТЕХНОЛОГИ И НА АЭС Б1.В.ДВ.04.02 ФИЗИЧЕСКА Я ЗАЩИТА ПРИ СНЯТИИ ЯДЕРНО- ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ С ЭКСПЛУАТА ЦИИ	Б3.01(Д) ПОДГОТОВК А К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКА ЦИОННОЙ РАБОТЫ

Компетенция	1 курс		2 курс		3 курс		4 курс		5 курс		6 курс	
	1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	5 семестр	6 семестр	7 семестр	8 семестр	9 семестр	А семестр	В семестр	
ПК-9		Б2.О.01(У) УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА  ОЗНАКОМ ИТЕЛЬНА Я		Б1.В.01 ПРОЕКТИ РОВАНИЕ  КОНСТРУ КТОРСКА Я ДОКУМЕН ТАЦИЯ И ОСНОВЫ МЕТРОЛО ГИИ Б2.О.02(У) УЧЕБНАЯ ПРАКТИК А, ТЕХНОЛО ГИЧЕСКА Я (ПРОЕКТН О- ТЕХНОЛО ГИЧЕСКА Я)				Б1.О.24 ОСНОВЫ ПРОЕКТИР ОВАНИЯ И САПР		Б1.В.14 ОСНОВЫ ПРОЕКТИРО ВАНИЯ ЭЛЕКТРОСТ АНЦИЙ	Б2.О.04(П) ПРОИЗВОДС Твенная ПРАКТИКА, ЭКСПЛУАТА ЦИОННАЯ	Б2.О.04(П) ПРОИЗВОДС Твенная ПРАКТИКА, ЭКСПЛУАТА ЦИОННАЯ  Б2.О.05(Пд) ПРОИЗВОДС Твенная ПРАКТИКА, ПРЕДДИПЛО МНАЯ
ПК-10				Б1.В.02 ДЕТАЛИ МАШИН		Б1.О.22 ТЕПЛОМА ССООБМ ЕН В ЭНЕРГЕТ ИЧЕСКОМ ОБОРУДО ВАНИИ Б1.В.06 ТЕРМОДИ НАМИЧЕС КИЕ ЦИКЛЫ АЭС Б1.В.07 ТУРБОМА ШИНЫ АЭС	Б1.В.07 ТУРБОМАШ ИНЫ АЭС Б1.В.10 ПАРОГЕНЕ РАТОРЫ И ТЕПЛОБМ ЕННИКИ	Б1.О.26 МАТЕМАТ ИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИР ОВАНИЯ ФИЗИЧЕС КИХ ПРОЦЕСС ОВ Б1.В.10 ПАРОГЕН ЕРАТОРЫ И ТЕПЛОБМ ЕННИКИ				

Компетенция	1 курс		2 курс		3 курс		4 курс		5 курс		6 курс
	1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	5 семестр	6 семестр	7 семестр	8 семестр	9 семестр	А семестр	В семестр
ПК-11							Б1.В.08 ФИЗИКА ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРО В	Б1.В.08 ФИЗИКА ЯДЕРНЫХ РЕАКТОР ОВ Б1.В.09 ЯДЕРНЫЕ ЭНЕРГЕТ ИЧЕСКИЕ РЕАКТОР Ы	Б1.В.09 ЯДЕРНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕ СКИЕ РЕАКТОРЫ Б1.В.11 АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРОСТ АНЦИИ Б1.В.ДВ.02.01 КИНЕТИКА ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ	Б1.В.11 АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРОСТ АНЦИИ Б1.В.15 ЭКСПЛУАТА ЦИЯ АЭС	

## Календарный график формирования компетенций

Компетенции	1 курс		2 курс		3 курс		4 курс	
	1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	5 семестр	6 семестр	7 семестр	8 семестр
<b>Универсальные</b>	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3; УК-2.4; УК-2.5; УК-3.1; УК-3.2; УК-3.3; УК-3.4; УК-3.5; УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; УК-4.4; УК-4.5; УК-5.1; УК-5.2; УК-5.3; УК-7.1; УК-7.2; УК-7.3	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-3.1; УК-3.2; УК-3.3; УК-3.4; УК-3.5; УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; УК-4.4; УК-4.5; УК-5.1; УК-5.2 УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4 УК-7.4; УК-7.5; УК-7.6	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; УК-4.4; УК-4.5; УК-4.2; УК-4.3; УК-4.4; УК-4.5; УК-5.1; УК-5.2 УК-5.1; УК-5.2 УК-7.4; УК-7.5; УК-7.6	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3 УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; УК-4.4; УК-4.5; УК-6.3; УК-6.4; УК-7.4; УК-7.5; УК-7.6 УК-9.1; УК-9.2; УК-9.3; УК-9.4; УК-9.5 УК-10.1; УК-10.2; УК-10.3	УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; УК-4.4; УК-4.5 УК-7.4; УК-7.5; УК-7.6 УК-8.1; УК-8.2; УК-8.3; УК-8.4	УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; УК-4.4; УК-4.5 УК-7.4; УК-7.5; УК-7.6	УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; УК-4.4; УК-4.5	УК-4.1; УК-4.2; УК-4.3; УК-4.4; УК-4.5
<b>Общепрофессиональные</b>	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.6; ОПК-1.7; ОПК-1.8; ОПК-2.1; ОПК-2.4; ОПК-2.5; ОПК-2.6 ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.5; ОПК-1.6; ОПК-1.7; ОПК-1.8; ОПК-1.11 ОПК-2.1; ОПК-2.4; ОПК-2.5; ОПК-2.6	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.6; ОПК-1.5; ОПК-1.7; ОПК-1.8; ОПК-1.9; ОПК-2.1; ОПК-2.4; ОПК-2.5; ОПК-2.6 ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.4; ОПК-3.5; ОПК-	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.5; ОПК-1.6 ОПК-1.7 ОПК-1.8; ОПК-2.2; ОПК-2.3;	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.5; ОПК-1.8 ОПК-2.3; ОПК-2.6 ОПК-2.4	ОПК-1.2; ОПК-1.9; ОПК-1.10; ОПК-2.4;	ОПК-2.2; ОПК-3.1; ОПК-3.3;	ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-1.4; ОПК-1.7; ОПК-1.10; ОПК-4.1; ОПК-4.2;

		ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3	3.6					
<b>Профессиональные</b>		ПК-2.1; ПК-2.3; ПК-2.4; ПК-2.5; ПК-2.6;	ПК-2.6; ПК-5.2; ПК-5.3	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-2.4; ПК-2.5; ПК-2.6; ПК-5.2; ПК-5.3;	ПК-1.3; ПК-6.2; ПК-6.4	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-2.4; ПК-2.5; ПК-2.6; ПК-2.7; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-6.2; ПК-6.3; ПК-6.4; ПК-6.5;	ПК-1.1; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-2.4; ПК-2.5; ПК-2.6; ПК-4.2; ПК-6.4; ПК-6.5;	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-1.4; ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-2.3; ПК-2.4; ПК-2.5; ПК-2.6; ПК-3.1; ПК-3.2; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3; ПК-6.4; ПК-6.5;