

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ МЕЖДУНАРОДНЫХ ОТНОШЕНИЙ
КАФЕДРА МЕЖДУНАРОДНЫХ ОТНОШЕНИЙ

ОДОБРЕНО УМС ИМО

Протокол № 708/2

от 28.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОБЛЕМЫ НЕРАСПРОСТРАНЕНИЯ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 41.03.05 Международные отношения

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
6	4	144	30	30	0		30	0	Э
Итого	4	144	30	30	0	0	30	0	

АННОТАЦИЯ

Преподавание дисциплины необходимо для того, чтобы студенты приобрели навыки работы со сведениями и информационными потоками по вопросам современных ядерных технологий мирного и военного назначения. Конечной целью преподавания дисциплины является обеспечение возможности трудовой деятельности специалиста в областях политики и экономики, связанных с указанными выше технологиями.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания дисциплины является выработка у студентов способности ориентироваться в физико-технических и инженерных вопросах, лежащих в основе атомной энергетики и ядерного оружия, оценивать преимущества и потенциальные риски ядерно-физических технологий, а также анализировать конкретные направления международного сотрудничества и международной безопасности в этой области.

Задачи дисциплины:

- изучение фундаментальных процессов, лежащих в основе ядерной физики и техники, атомной энергетики и действия ионизирующих излучений;
- освоение понимания техники функционирования атомного реактора, АЭС и ядерной бомбы;
- ознакомление с состоянием и тенденциями развития мирового рынка ядерных и радиационных технологий;
- ознакомление с функциональной структурой и технологическими особенностями основных военных и гражданских ядерных топливных циклов;
- ознакомление с основными подходами к обеспечению ядерной и радиационной безопасности;
- ознакомление с главными принципами международных отношений в ядерной сфере.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Основой для успешного изучения дисциплины являются знания аспектов международной безопасности, а также физики и других естественно-научных дисциплин. Знание материалов данной дисциплины необходимо при выполнении дипломного проектирования, УИР, а также при практической работе выпускников.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-8 [1] – Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия	З-УК-8 [1] – Знать: требования, предъявляемые к безопасности условий жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций и пути обеспечения комфортных условий труда на рабочем месте

жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	У-УК-8 [1] – Уметь: обеспечивать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций и комфортные условия труда на рабочем месте; выявлять и устранять проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте В-УК-8 [1] – Владеть: навыками предотвращения возникновения чрезвычайных ситуаций (природного и техногенного происхождения) на рабочем месте
--	---

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
консультационный			
Решение прикладных задач по оценке состояний и тенденций на мировых рынках высокотехнологичной продукции и услуг	Российские и зарубежные бизнес-структуры, некоммерческие и общественные организации, поддерживающие международные связи или занимающиеся международной проблематикой. Международные организации.	ПК-1.3 [1] - Способен ориентироваться в конъюнктуре мирового рынка высоких технологий. <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.042	З-ПК-1.3[1] - Знать информационные источники, системы и базы данных международных и российских организаций для анализа ситуации на рынке высоких технологий.; У-ПК-1.3[1] - Уметь интерпретировать полученную из различных источников информацию о состоянии конъюнктуры мирового рынка высоких технологий.; В-ПК-1.3[1] - Владеть основными методами получения информации для построения конъюнктурного обзора, методами оценки и анализа мирового рынка высоких технологий, приемами системного анализа.
Знание основ охраны	Российские и	ПК-16 [1] - Способен	З-ПК-16[1] - Знать

интеллектуальной собственности, экспортного контроля и режима работы с технологиями двойного назначения	зарубежные бизнес структуры, некоммерческие и общественные организации, поддерживающие международные связи или занимающиеся международной проблематикой. Совместные предприятия, международные многосторонние промышленные альянсы и проекты сотрудничества в области науки и высоких технологий	применять знания нормативно-правовой базы международного научно-технологического сотрудничества: международного права в вопросах нераспространения двойных технологий, материалов двойного назначения, охраны интеллектуальной собственности, экспортного контроля <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 09.002	правовые основы международной системы охраны объектов интеллектуальной собственности, права, нераспространения технологий и материалов двойного назначения, обязанности и ответственность участников внешнеэкономической деятельности в отношении экспортного контроля. ; У-ПК-16[1] - Уметь применять правовые знания на практике, при выборе подхода к охране объектов интеллектуальной собственности за рубежом и проведении идентификационной экспертизы объектов экспорта для целей экспортного контроля и обеспечения требований экспортного контроля при подготовке и оформлении внешнеэкономических контрактов.; В-ПК-16[1] - Владеть методологией анализа патентных источников и анализа внешнеэкономических сделок в части нераспространения технологий и материалов двойного назначения с использованием сетевых информационных технологий на русском и иностранных языках
Понимание	Российские и	ПК-18 [1] - Способен	З-ПК-18[1] - Знать и

существующих трендов развития высоких технологий, умение анализировать состояние предметной области и строить прогноз	зарубежные бизнес-структуры, некоммерческие и общественные организации, поддерживающие международные связи или занимающиеся международной проблематикой. Совместные предприятия, международные многосторонние промышленные альянсы и проекты сотрудничества в области науки и высоких технологий	понимать роль научно-технологического прогресса как важного фактора развития международного сотрудничества – основы устойчивого развития человечества <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.008	понимать особенности и перспективы развития современных высоких технологий, как основы научно-технического прогресса ; У-ПК-18[1] - Уметь анализировать риски и прогнозировать последствия результатов взаимодействия в сфере мирового рынка высоких технологий; В-ПК-18[1] - Владеть логическими основами аргументации и критики различных позиций, методологией анализа перспектив развития международного сотрудничества в различных сферах, как основы устойчивого развития человечества
научно-исследовательский			
Понимание базовых основ физических, химических процессов	Российские и зарубежные бизнес структуры, некоммерческие и общественные организации, поддерживающие международные связи или занимающиеся международной проблематикой	ПК-11 [1] - Способен применять основы физических, химических и биохимических знаний, помогающих понимать процессы и явления, лежащие в основе современных наукоемких технологий <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 01.001	З-ПК-11[1] - Знать фундаментальные законы природы, лежащих в основе современных наукоемких технологий, и основы их структурирования по научным направлениям. ; У-ПК-11[1] - Уметь формулировать базовые научные направления крупных инновационных научно-исследовательских центров.; В-ПК-11[1] - Владеть научно-технической терминологией в объеме, достаточном для анализа информации о современных

			наукоемких технологиях.
--	--	--	-------------------------

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (B17)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>6 Семестр</i>						
1	Основы ядерной радиационной и нейтронной физики	1-6	10/10/0		20	КСт-8	3-ПК-1.3, У-ПК-1.3, В-ПК-1.3, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, 3-ПК-16, У-ПК-16, В-ПК-16, 3-ПК-18, У-ПК-18, В-ПК-18, 3-УК-8, У-УК-8, В-УК-8
2	Ядерное оружие, ядерный потенциал и обеспечение режиманераспространения	7-11	10/10/0		15	КСт-11	3-ПК-1.3, У-ПК-1.3, В-ПК-1.3, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, 3-ПК-16, У-ПК-16, В-ПК-16, 3-ПК-18, У-ПК-18, В-ПК-18, 3-УК-8, У-УК-8, В-УК-8
3	Ядерные реакторы и ядерный топливный цикл	12- 15	10/10/0		15	КСт-15	3-ПК-1.3, У-ПК-1.3, В-ПК-1.3, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, 3-ПК-16, У-ПК-16, В-ПК-16, 3-ПК-18, У-ПК-18, В-ПК-18, 3-УК-8,

							У-УК-8, В-УК-8
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		30/30/0		50		
	Контрольные мероприятия за 6 Семестр				50	Э	3-ПК-1.3, У-ПК-1.3, В-ПК-1.3, У-ПК-11, 3-ПК-16, У-ПК-16, В-ПК-16, У-УК-8, В-УК-8

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КСт	Круглый стол
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>6 Семестр</i>	30	30	0
1-6	Основы ядерной радиационной и нейтронной физики	10	10	0
1 - 2	Основные определения и понятия радиационной и нейтронной физики Порядок величин в ядерной физике. Масса ядер и их единицы. Дефект масс. Энергия связи ядра и энергия связи на нуклон. Насыщающий характер ядерных сил и его следствия. Полуэмпирическая формула Бете-Вайцекера для массы ядер, физический смысл её слагаемых. Примерная оценка энерговыделения при делении и синтезе. Условие энергетической выгодности деления. Структура барьера деления и анализ делимости важнейших актинидных ядер. Спонтанное деление как туннельный квантовомеханический эффект. Распределение продуктов деления по массам (оценка по капельной модели и эксперимент). Причины расхождения.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 5	Спонтанное деление как туннельный квантовомеханический эффект. Трёхмерная поверхность энергии связи на нуклон. Физический смысл изобарного сечения этой поверхности. «Дорожка стабильности», области радиоактивных и ядерно-нестабильных нуклидов. Радиоактивность. Активность и её единицы. Закон радиоактивного распада.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0

	Период полураспада. Условия ядерной стабильности по отношению к основным типам распада. Распадные процессы в изобарной цепочке. β^-, β^+ и EC-процессы, γ-излучение радиоактивного распада. Схемы распада. Физика эмиссии мгновенных нейтронов деления. Среднее число нейтронов на деление. Цепная реакция ядерного деления. «Судьба» вторичного нейтрона. Критическая масса, факторы, влияющие на её величину. Размножающие системы. Понятие ядерной реакции. Сечение взаимодействия, порядок его величин, единицы.			
6	Физика эмиссии мгновенных нейтронов деления. Экзотермические и эндотермические, беспороговые и пороговые ядерные реакции. Реакция нейтронного деления тяжёлых ядер с различными нуклонным составом, энергетические зависимости их сечений. Ядерная реакция упругого рассеяния и её основные закономерности. Замедление нейтронов. Ядерная реакция радиационного захвата, её типичная энергетическая зависимость, роль в физике размножающих систем. Другие нейтронные реакции. Макроскопические состояния и коэффициент размножения в бесконечной размножающей среде. Уравнение скорости деления для размножающей среды, физический смысл его основных параметров. Основные принципы достижения цепного процесса деления в различных размножающих средах. Назначение отражателя.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7-11	Ядерное оружие, ядерный потенциал и обеспечение режиманераспространения	10	10	0
7 - 8	Физические принципы и конструктивные схемы ядерных взрывных устройств. Основные ядерно-физические свойства важнейших изотопов плутония. Физические принципы наработки и имеющиеся запасы оружейного плутония. Оружейный плутониевый цикл. Изотопный состав оружейного плутония. Балластные изотопы плутония. Требования к конструкции, топливу и эксплуатационному циклу реактора-наработчика, приближённая оценка его производительности по оружейному плутонию. Реакторный (энергетический) плутоний и его изотопный состав. Влияние обогащения ядерного топлива по урану-235 на производительность реактора-наработчика и изотопный состав плутония. Кристаллические фазы и технологические свойства плутония. «Плутониевый путь» создания ядерного оружия и его реализация в различных странах.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
9	Основные ядерно-физические свойства важнейших изотопов плутония. Энергетический выход ЯВУ и оптимальное время включения нейтронного инициатора. Раннее инициирование цепной реакции деления в ЯВУ и его	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	возможные причины. Срабатывание ЯВУ в режиме «хлопка» и условия его реализации. Бустирование ядерного заряда. Роль трития в ядерном оружии. Основные принципы действия и конструкции термоядерного взрывного устройства. Возможность использования реакторного плутония в ядерном оружии.			
10	Основные ядерно-физические свойства важнейших изотопов плутония. Физические основы и техническая реализация изотопного обогащения урана. Газовая диффузия. Газовая центрифуга. Единица работа разделения. Конверсия (фторирование) урана. Мировые мощности по конверсии и обогащению урана. Оружейный уран и его накопленные запасы. «Урановый путь» создания ядерного оружия и его реализация в различных странах. Избыточность российских запасов оружейного урана. Соглашение ВОУ-НОУ. Роль нейтронного инициирования. Ро-Ве-инициатор. Технология наработки полония-210.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	Физические основы и техническая реализация изотопного обогащения урана. Аттестация раздела 2. Трудности регулирования цепной реакции деления с использованием мгновенных нейтронов. Запаздывающие нейтроны деления, физика их эмиссии и основные предшественники. Эффективная доля запаздывающих нейтронов. Условие управляемости уровнем мощности реактора с использованием запаздывающих нейтронов.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
12-15	Ядерные реакторы и ядерный топливный цикл	10	10	0
12 - 13	Типы реакторов, их основные физические и эксплуатационные характеристики. Замедление нейтронов в смешанных средах и сопутствующие процессы. Формула четырёх сомножителей. Преимущества гетерогенной компоновки ядерного реактора. Типы замедлителей, их основные физические и эксплуатационные характеристики. Основные функциональные элементы ядерных реакторов на тепловых нейтронах. Физическая схема АЭС, её КПД. Коэффициент конверсии и коэффициент воспроизводства ядерного горючего. Проблема вовлечения тория в топливный ресурс ядерной энергетики. Уран-233, его ядерно-физические свойства, трудности наработки и практического использования. Организация ториевого топливного цикла без выделения урана-233. Расширенное воспроизводство ядерного горючего в уран-плутониевом топливном цикле. Реактор на быстрых нейтронах, особенности его конструкции и компоновки.	Всего аудиторных часов		
		5	5	0
		Онлайн		
		0	0	0
14 - 15	Понятие о ядерном топливном цикле, его основные разновидности. Аттестация раздела 3. Конструктивное оформление ядерного топлива. ТВЭЛ и ТВС. Системы управления реакторов. Основные типы энергетических ядерных реакторов, их роль в мировой ядерной энергетике. Российские энергетические реакторы ВВЭР и РБМК. Отрицательные обратные связи в	Всего аудиторных часов		
		5	5	0
		Онлайн		
		0	0	0

	динамике изменения мощности реактора. Выгорание и зашлаковывание топлива. Ксеноновое отравление и «иодная яма». Загрузка и выгрузка топлива ОЯТ, его основные свойства. Концепции обращения с ОЯТ. Понятие о ядерном топливном цикле, его основные разновидности. Топливные ресурсы ядерной энергетики (методы добычи урана), мировые и российские мощности ядерной генерации, перспективы их развития. Сравнительные экономические и экологические характеристики основных методов энергонаработки. Принципы оптимизации структуры генерирующих систем с долей ядерной генерации. Долгосрочные сценарии развития атомной энергетики. Физические основы термоядерной энергетики. Проект ИТЭР			
--	--	--	--	--

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>6 Семестр</i>
1 - 2	Основные определения и понятия радиационной и нейтронной физики Масса ядер и их единицы. Дефект масс. Энергия связи ядра и энергия связи на нуклон. Насыщающий характер ядерных сил и его следствия. Полуэмпирическая формула Бете-Вайцзекера для массы ядер, физический смысл её слагаемых. Примерная оценка энерговыделения при делении и синтезе.
3 - 4	Спонтанное деление как туннельный квантовомеханический эффект. Трёхмерная поверхность энергии связи на нуклон. Физический смысл изобарного сечения этой поверхности. «Дорожка стабильности», области радиоактивных и ядерно-нестабильных нуклидов. Радиоактивность. Активность и её единицы. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Условия ядерной стабильности по отношению к основным типам распада. Распадные процессы в изобарной цепочке. β^-, β^+ и ЕС-процессы, γ-излучение радиоактивного распада. Схемы распада.
5 - 6	Физика эмиссии мгновенных нейтронов деления. Среднее число нейтронов на деление. Цепная реакция ядерного деления. «Судьба» вторичного нейтрона. Критическая масса, факторы, влияющие на её величину. Размножающие системы. Понятие ядерной реакции. Сечение взаимодействия, порядок его величин, единицы.
7 - 8	Физические принципы и конструктивные схемы ядерных взрывных устройств. Аттестация раздела 1.

	Физические принципы и конструктивные схемы ядерных взрывных устройств (ствольная и имплозионная). Инженерное оформление, материал, преимущества и недостатки. Основы динамики процессов, протекающих в ЯВУ. Причины невозможности создания ЯВУ на замедленных нейтронах. «Бомба-реактор».
9 - 10	Основные ядерно-физические свойства важнейших изотопов плутония. Физические принципы наработки и имеющиеся запасы оружейного плутония. Оружейный плутониевый цикл. Изотопный состав оружейного плутония. Балластные изотопы плутония. Требования к конструкции, топливу и эксплуатационному циклу реактора-наработчика, приближённая оценка его производительности по оружейному плутонию. Реакторный (энергетический) плутоний и его изотопный состав. Влияние обогащения ядерного топлива по урану-235 на производительность реактора-наработчика и изотопный состав плутония. Кристаллические фазы и технологические свойства плутония. «Плутониевый путь» создания ядерного оружия и его реализация в различных странах.
11	Физические основы и техническая реализация изотопного обогащения урана. Аттестация раздела 2. Газовая диффузия. Газовая центрифуга. Единица работа разделения. Конверсия (фторирование) урана. Мировые мощности по конверсии и обогащению урана. Оружейный уран и его накопленные запасы. «Урановый путь» создания ядерного оружия и его реализация в различных странах. Избыточность российских запасов оружейного урана. Соглашение ВОУ-НОУ. Роль нейтронного инициирования. Ро-Ве-инициатор. Технология наработки полония-210.
12 - 14	Типы реакторов, их основные физические и эксплуатационные характеристики. Трудности регулирования цепной реакции деления с использованием мгновенных нейтронов. Запаздывающие нейтроны деления, физика их эмиссии и основные предшественники. Эффективная доля запаздывающих нейтронов. Условие управляемости уровнем мощности реактора с использованием запаздывающих нейтронов. Преимущества гетерогенной компоновки ядерного реактора. Типы замедлителей, их основные физические и эксплуатационные характеристики. Основные функциональные элементы ядерных реакторов на тепловых нейтронах. Физическая схема АЭС, её КПД. Конструктивное оформление ядерного топлива. ТВЭЛ и ТВС. Системы управления реакторов. Основные типы энергетических ядерных реакторов, их роль в мировой ядерной энергетике. Российские энергетические реакторы ВВЭР и РБМК.
15 - 16	Понятие о ядерном топливном цикле, его основные разновидности. Аттестация раздела 3. Топливные ресурсы ядерной энергетики (методы добычи урана), мировые и российские мощности ядерной генерации, перспективы их развития. Сравнительные экономические и экологические характеристики основных методов энергонаработки. Принципы оптимизации структуры генерирующих систем с долей ядерной генерации. Долгосрочные сценарии развития атомной энергетики. Физические основы термоядерной энергетики. Проект ИТЭР

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины используются различные образовательные технологии. Лекции проводятся с использованием современных мультимедийных средств в интерактивной форме. Теоретические и практические материалы курса иллюстрируются реальными примерами из области международного научно-технологического и промышленного сотрудничества.

Самостоятельная работа студентов подразумевает проработку лекционного материала с использованием конспекта лекций и рекомендуемой литературы для подготовки реферата.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-1.3	З-ПК-1.3	Э, КС-8, КС-11, КС-15
	У-ПК-1.3	Э, КС-8, КС-11, КС-15
	В-ПК-1.3	Э, КС-8, КС-11, КС-15
ПК-11	З-ПК-11	КС-8, КС-11, КС-15
	У-ПК-11	Э, КС-8, КС-11, КС-15
	В-ПК-11	КС-8, КС-11, КС-15
ПК-16	З-ПК-16	Э, КС-8, КС-11, КС-15
	У-ПК-16	Э, КС-8, КС-11, КС-15
	В-ПК-16	Э, КС-8, КС-11, КС-15
ПК-18	З-ПК-18	КС-8, КС-11, КС-15
	У-ПК-18	КС-8, КС-11, КС-15
	В-ПК-18	КС-8, КС-11, КС-15
УК-8	З-УК-8	КС-8, КС-11, КС-15
	У-УК-8	Э, КС-8, КС-11, КС-15
	В-УК-8	Э, КС-8, КС-11, КС-15

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская
75-84		C	
70-74		D	

			существенных неточностей в ответе на вопрос.
65-69	3 – «удовлетворительно»	Е	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	Ф	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ В29 Fundamentals In Nuclear Physics : From Nuclear Structure to Cosmology, Spiro, Michel. , Basdevant, Jean-Louis. , Rich, James. , New York, NY: Springer New York,, 2005
2. ЭИ Р83 Kernphysik : сборник текстов и упражнений для магистрантов, обучающихся по специальности "Ядерные физика и технологии", Тищенко В.В., Ружицкая Э.А., Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
3. 621.039 3-40 Защита окружающей среды в замкнутом ядерном топливном цикле и проблема нераспространения ядерного оружия : учебник, Куликов Е.Г. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2014
4. ЭИ Т38 Технические аспекты ядерного нераспространения : учебное пособие для вузов, Гераскин Н.И. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2010

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 539.1 О-52 Основы прикладной ядерной физики и введение в физику ядерных реакторов : учебное пособие для вузов, Окунев В.С., Москва: МГТУ, 2010
2. 621.039 А77 Ядерные технологии : учебное пособие для вузов, Шмелев А.Н., Апсэ В.А., Москва: МИФИ, 2008

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1. проектор (семинарские и лекционные аудитории)
2. презентер (семинарские и лекционные аудитории)
3. презентационный компьютер/ноутбук (семинарские и лекционные аудитории)

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

1. Обязательным условием успешного усвоения дисциплины является овладение её внутренней логикой, предполагающей понимание того, что:

- в основе конструирования и эксплуатации всех ядерно-технических устройств, установок и технологий, имеющих отношение к мирному и военному использованию атомной энергии, лежат законы ядерной физики, нейтронной физики и физики деления, а также иные, излагаемые в других дисциплинах естественно-научного блока подготовки студентов;

- анализ вопросов в рамках дисциплины требует комплексности и междисциплинарности, совместного учёта как физико-технических, так и экономических, социальных, юридических, военных и политических обстоятельств, а также конкретных особенностей рассматриваемых стран, их союзов и альянсов;

- необходим также обязательный учёт того обстоятельства, что значительный объём важнейшей информации о ядерно-физических технологиях и проблемах нераспространения поступает в режиме реального времени, и для успешного усвоения дисциплины наиболее плодотворен её анализ совместно с ретроспективными аспектами вопроса.

2. Подготовка к лекциям и работа с лекционным материалом.

Для лучшего понимания материала, излагаемого на очередной лекции, желательно предварительно самостоятельно ознакомиться с ним по рекомендуемым учебникам и учебным пособиям. Лекции следует конспектировать, выделяя основные определения, положения, формулировки, аналитические соотношения.

В ходе этой работы следует выделить все не до конца понятые фрагменты вновь прочитанной лекции (и более ранних лекций) с тем, чтобы обратиться с соответствующим вопросом к преподавателю на семинаре.

3. Подготовка к семинарам и работа на них.

При рассмотрении в начале каждого семинара проблемных вопросов лекционного курса необходимо добиваться исчерпывающего их понимания, для чего лекционный материал должен быть соответствующим образом подготовлен и структурирован (см. п. 2).

При рассмотрении на семинарах любого вопроса следует:

- уметь увязывать полученный на лекциях теоретический материал с постановкой вопроса и его содержанием по существу;

- широко использовать рекомендуемые преподавателем справочные руководства. Необходимо понимать, что умение применять их на практике является неотъемлемой компонентой подготовки студентов;

- осознавать, что экспресс-анализ порядка величины численного значения ответа даёт важную информацию о верности либо неверности решения в целом.

При подготовке к дискуссиям в рамках данной дисциплины следует:

- не ограничиваться лишь фактологической стороной вопроса. Уделять больше внимания аналитическому осмыслению накопленной в ходе подготовки сообщения информации;

- уметь выделять ключевые вопросы по тематикам дискуссии, анализ которых лежит в основе выводов;

- выстраивать сообщения по выбранной заранее логической схеме, включающей: постановку проблемы, обосновывающей её актуальность; изложения существа вопроса с необходимой аргументацией позиции докладчика; заключения, содержащего основные выводы и возможные рекомендации по сообщению.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Для преподавателя

Настоящие методические указания носят рамочный характер и описывают основные элементы деятельности в рамках данного курса.

Основными задачами преподавателя являются:

- установление с руководимыми студентами деловых и дружеских коллегиальных отношений, позволяющих с наибольшей полнотой раскрыться позитивным индивидуальным особенностям обучаемых.

Обязанностью преподавателя является:

- общая постановка задачи, подлежащей решению, с кратким обоснованием её значимости и актуальности;

- рекомендации по подбору и анализу информационных источников по выбранным студентами тематикам;

- текущий контроль за ходом работы.

Автор(ы):

Кучинов Владимир Петрович

Рецензент(ы):

проф. Мурогов В.М.