

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

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ ЯДЕРНЫХ
РЕАКТОРОВ

ОДОБРЕНО УМС ФБИУКС

Протокол № 24/08

от 22.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ЯДЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 38.04.02 Менеджмент

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
3	2-3	72-108	16	32	0		24-60	0	3
Итого	2-3	72-108	16	32	0	0	24-60	0	

АННОТАЦИЯ

Основным содержанием учебной дисциплины является описание современных ядерных технологий, используемых на различных стадиях топливного цикла гражданской ядерной энергетики, начиная с добычи урановой руды и кончая захоронением радиоактивных отходов. В рамках учебной дисциплины «Ядерные технологии» студенты будут ознакомлены с основными принципами и современным состоянием ядерных технологий; с опасностью ядерных технологий для окружающей среды и для режима нераспространения ядерного оружия.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель преподавания данной дисциплины состоит в том, чтобы познакомить студентов с основными ядерными технологиями, используемыми на различных стадиях топливного цикла гражданской ядерной энергетики, начиная с добычи урановой руды и кончая захоронением радиоактивных отходов.. Дать студентам представление об основных принципах и современном состоянии ядерных технологий, об их потенциальной опасности с точки зрения обеспечения нераспространения ядерного оружия и защиты окружающей среды.

Основными задачами освоения дисциплины являются:

- понимание студентами базовых принципов технологий и основных элементов оборудования, используемых на предприятиях ядерного топливного цикла, для самостоятельного решения проблем учета и контроля ядерных материалов, а также проблем защиты персонала и окружающей среды;
- получение и закрепление теоретических знаний, необходимых для самостоятельной разработки и эксплуатации систем физической защиты, учета и контроля ядерных материалов на предприятиях ядерного топливного цикла.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Освоение данной дисциплины базируется на изучении студентом следующих дисциплин из циклов ЕН и ОПД: Математика, Информатика, Физика, Химия, Экология, Материаловедение, Безопасность жизнедеятельности.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

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;	Код и наименование индикатора достижения
--	---------------------------	--	--

		Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
Коммерциализация разработок и внедрение результатов научно-технических исследований в реальный сектор экономики, включая глобальные рынки ядерной энергетики.	Процессы управления организациями различных организационно-правовых форм; Процессы государственного, корпоративного и муниципального управления; Научно-исследовательские процессы; Инновационные процессы.	ПК-2.1 [1] - Способен оценивать и прогнозировать развитие инновационных технологий в области ядерного топливного цикла двухкомпонентной ядерной энергетики <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078	З-ПК-2.1[1] - Знать: Порядок и методы проведения патентных исследований; Экономика ядерного топливного цикла; Порядок разработки и оформления отчетной документации по результатам выполненных исследований; У-ПК-2.1[1] - Уметь: Проводить патентные исследования; Оценивать научно-технический уровень достигнутых результатов; Производить сравнительный анализ; В-ПК-2.1[1] - Владеть навыками: Анализ и обобщение результатов выполненных научно-технических исследований и разработок; Внедрение результатов научно-технических исследований и проектных разработок; Подготовка публикаций, составление заявок на изобретения с подчиненным персоналом
организационно-управленческий			
Разработка системы управления и	Процессы управления	ПК-2.2 [1] - Способен к разработке системы	З-ПК-2.2[1] - Знать: Общие положения

обеспечения устойчивого и безопасного функционирования и развития объектов атомной энергетики.	организациями различных организационно-правовых форм; Процессы государственного, корпоративного и муниципального управления; Научно-исследовательские процессы; Инновационные процессы.	управления ядерными инцидентами, аварийным планированием и реагированием. <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.035	обеспечения безопасности объектов использования атомной энергии; Нормы и правила экологической, пожарной, радиационной и ядерной безопасности атомной станции.; У-ПК-2.2[1] - Уметь: Организовывать работу структурных подразделений и деятельность подчиненного персонала; Руководить действиями персонала в условиях аварийной нештатной ситуации, экстремальных природных и других внешних воздействий на атомную станцию.; В-ПК-2.2[1] - Владеть навыками: Организация работы персонала при возникновении нештатных ситуаций на объектах использования атомной энергии; Обеспечение устойчивого и безопасного функционирования и развития объектов атомной энергетики; Обеспечение соблюдения правил ядерной и радиационной безопасности, правил физической защиты ядерных установок, радиационных
---	--	---	---

			источников, пунктов хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ.
финансовый			
Разработка системы управления рисками организаций и их структурных подразделений в различных отраслях экономики.	Процессы управления организациями различных организационно-правовых форм; Процессы государственного, корпоративного и муниципального управления; Научно-исследовательские процессы; Инновационные процессы.	ПК-3 [1] - Способен к разработке системы управления рисками организаций и их структурных подразделений в различных отраслях экономики <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 08.018	3-ПК-3[1] - Знать: Национальные и международные стандарты, лучшие практики по построению систем управления рисками; Стратегические и оперативные цели и задачи системы управления рисками в организации; Современные информационные системы и технологии управления рисками и возможности их применения в организации;; У-ПК-3[1] - Уметь: Вырабатывать рекомендации по принятию решений в сфере управления рисками в рамках подразделения; Использовать программное обеспечение для работы с информацией (текстовые, графические, табличные и аналитические приложения, приложения для визуального представления данных) на уровне продвинутого пользователя; Выявлять недостатки существующей системы и

			разрабатывать рекомендации по улучшению процедур управления рисками в соответствии с национальными или международными стандартами; ; В-ПК-3[1] - Владеть навыками: Определение целей и задач подразделения в соответствии со стратегическими целями организации (декомпозиция стратегических целей организации в задачи подразделения) на основании корпоративных нормативных документов по управлению рисками и требований вышестоящего руководства; Разработка и внедрение рекомендаций по построению структуры системы управления рисками с учетом международных стандартов корпоративного управления и специфики ведения бизнеса организации; Оценка эффективности воздействия на риск: выбор варианта или метода воздействия на риск, подготовка и внедрение планов воздействия на риск
информационно-аналитический			
Анализ и оценка эффективности применения	Процессы управления организациями	ПК-5 [1] - Способен к системному анализу эффективности и	З-ПК-5[1] - Знать: Методы планирования

современных достижений цифровой экономики для выработки и принятия управленческих решений, на основе методов системного анализа.	различных организационно-правовых форм; Процессы государственного, корпоративного и муниципального управления; Научно-исследовательские процессы; Инновационные процессы.	конкурентоспособности технологий и продукции, включая ядерные и цифровые технологии, на глобальных рынках <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.022	проектных работ; Теория управления; Английский язык; ; У-ПК-5[1] - Уметь: Описывать бизнес-процессы; Проводить презентации; Управлять проектами; ; В-ПК-5[1] - Владеть навыками: Определение потребностей и интересов потенциальных клиентов; Проведение экономических расчетов окупаемости предложенного варианта черновой концепции; Описание состояния аналитических работ в формате отчета
--	---	---	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>3 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	8/16/0		25	КИ-8	3-ПК-2.1, У-ПК-2.1, В-ПК-2.1, 3-ПК-2.2, У-ПК-2.2, В-ПК-2.2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5
2	Второй раздел	9-16	8/16/0		25	КИ-16	У-ПК-5,

							В-ПК-5, 3-ПК-2.1, У-ПК-2.1, В-ПК-2.1, 3-ПК-2.2, У-ПК-2.2, В-ПК-2.2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-5
	<i>Итого за 3 Семестр</i>		16/32/0		50		
	Контрольные мероприятия за 3 Семестр				50	3	3-ПК-2.1, У-ПК-2.1, В-ПК-2.1, 3-ПК-2.2, У-ПК-2.2, В-ПК-2.2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5

* – 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
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>3 Семестр</i>	16	32	0
1-8	Первый раздел	8	16	0
1 - 2	Введение в технологии ядерных топливных циклов. Стратегии использования природных ядерных материалов (ЯМ) в ядерных топливных циклах (ЯТЦ). Типы ЯТЦ. Основные стадии ЯТЦ. Роль систем физической защиты, учета и контроля ЯМ на различных стадиях ЯТЦ.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	Добыча и первичная переработка урановых руд. Обзор месторождений природных ЯМ в различных регионах земного шара. Основные технологические операции добычи урана. Категории урановых руд. Технологии первичной переработки урановой руды.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0

	Операции гидрометаллургического процесса.			
5 - 6	Технологии обогащения урана. Свойства гексафторида урана. Принципиальные особенности обогатительных технологий: газодиффузионный метод, метод газовой центрифуги, метод разделительного сопла. Принципиальные схемы построения обогатительных каскадов. Перспективные методы изотопного разделения: лазерные методы (AVLIS и MLIS-технологии), плазменный метод, химический метод. Потенциал и работа разделения. Единица работы разделения. Энергоемкость обогащения урана различными технологиями.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	Технологии изготовления топлива ядерных реакторов. Получение твердых соединений урана из гексафторида урана. Основные технологические операции изготовления и фабрикация топлива ядерных реакторов, тепловыделяющих элементов и тепловыделяющих сборок. Технологии изготовления смешанного уран-плутониевого топлива. Основные технологические звенья интегрированного ЯТЦ на АЭС.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Второй раздел	8	16	0
9 - 10	Технологии переработки облученного топлива ядерных реакторов. Методы радиохимической переработки облученного топлива. Водная экстракционная технология разделения продуктов деления, урана и плутония. Выделение урана и плутония из растворов. Пирохимический метод. Операции фторирования облученного топлива, разделение продуктов деления, урана и плутония. Пирометаллургический метод. Разделение продуктов деления, урана и плутония с использованием расплавов солей и жидких металлов. Применение электрохимических процессов.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	Технологии защиты ЯТЦ от распространения ЯМ. Традиционные ЯТЦ: защищенность от распространения ЯМ, понятие "стандарт отработанного топлива", возможность использования реакторного плутония в качестве оружейного материала. Нетрадиционные ЯТЦ с элементами защиты от распространения ЯМ повышенным тепловыделением, нейтронной и гамма-активностью топлива. Защита ЯМ от распространения путем денатурации плутония.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 16	Технологии переработки, хранения и захоронения радиоактивных отходов. Хранение и транспортировка облученных ЯМ, контейнеры для перевозок ЯМ. Классификация радиоактивных отходов (РАО). Технологии переработки жидких, газообразных и твердых РАО. Технологии иммобилизации, контейнеризации и геологического захоронения переработанных РАО. Концепции уничтожения долгоживущих РАО (продуктов деления и младших актинидов) в ядерных реакторах, электроядерных и термоядерных установках.	Всего аудиторных часов		
		4	8	0
		Онлайн		
		0	0	0

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

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины «Ядерные технологии и экология топливного цикла» используются следующие образовательные технологии – аудиторные занятия проводятся в форме лекций, а вне-аудиторные занятия – в форме самостоятельной работы студентов, связанных с написанием рефератов по заданной тематике. Для контроля усвоения студентом разделов данного курса используются тестовые технологии, т.е. специальный банк вопросов в открытой и закрытой форме, ответы на которые позволяют судить об усвоении студентом данного курса.

6. 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-2.1	З-ПК-2.1	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-2.1	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-2.1	З, КИ-8, КИ-16
ПК-2.2	З-ПК-2.2	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-2.2	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-2.2	З, КИ-8, КИ-16
ПК-3	З-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16
ПК-5	З-ПК-5	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-5	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-5	З, КИ-8, КИ-16

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 – <i>«отлично»</i>	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 – <i>«хорошо»</i>	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69		E	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	3 – <i>«удовлетворительно»</i>		
Ниже 60	2 – <i>«неудовлетворительно»</i>	F	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.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

При изучении курса необходимо твердо усвоить базовые понятия курса: ядерные материалы, ядерное топливо, ядерные технологии, ядерный топливный цикл. Надо знать основные стадии ядерного топливного цикла (открытого и замкнутого) и уметь оценивать с точки зрения экологии и опасности для режима нераспространения ядерного оружия.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

В помощь лектору, а также преподавателям, ведущим занятия по курсу, рекомендуется использовать следующие учебные пособия, методические и справочные материалы.

В качестве основной литературы:

1. Апсэ В.А., Шмелев А.Н. Ядерные технологии. М.: МИФИ, 2008.
2. Пшакин Г.М. и др. Ядерное нераспространение. М.: МИФИ, 2006.

Автор(ы):

Апсэ Владимир Александрович, к.т.н.