

ФАКУЛЬТЕТ БИЗНЕС–ИНФОРМАТИКИ И УПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫМИ  
СИСТЕМАМИ

КАФЕДРА УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЕКТАМИ

ОДОБРЕНО УМС ФБИУКС

Протокол № 06/23

от 2.06.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ЭКОНОМИКА АТОМНОЙ ОТРАСЛИ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 27.03.03 Системный анализ и управление

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
4	1	36	15	15	0	6	0	3
5	3	108	16	16	0	40	0	Э
Итого	4	144	31	31	0	46	0	

## АННОТАЦИЯ

В данной дисциплине рассматривается социально-экономическая роль энергетики, включая ядерную энергетику; стратегия развития ядерной энергетики в отдельных странах и мире в целом; взаимосвязи между важнейшими инженерно-экономическими параметрами ядерных реакторов и эффективностью инвестиций в АЭС; экономика предприятий ядерного топливного цикла; международные проекты в области ядерной энергетики; роль ядерной энергетики в декарбонизации энергетики мира. В лекциях много формул, цифр, графиков, диаграмм, помогающих выявить наиболее яркие и глубокие взаимосвязи между естественными науками, экономикой и политикой на примере ядерной энергетики.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина нацелена на формирование представлений, знаний и навыков, соответствующих современному уровню развития ядерных энергетических технологий и позволяющих проводить сравнительный анализ экономической эффективности этих технологий по отношению к другим технологиям, оценивать стоимость затрат на функционирование ядерных энергетических объектов и конкурентоспособность АЭС, экономически обосновывать проектные, инвестиционные и стратегические решения на основе международно-признанных методологий. Освоение данной дисциплины способствует подготовке магистров, обладающих управленческими и техническими компетенциями для успешной работы в сфере государственного и корпоративного управления, международного сотрудничества, инжиниринга и реинжиниринга бизнес-процессов в области перспективных ядерно-энергетических технологий, и следующих интересам глобального бизнеса Госкорпорации «Росатом».

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Данная учебная дисциплина входит в профессиональный модуль. Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате освоения дисциплин: Микроэкономика, Макроэкономика, Математический анализ, Концепции современного естествознания. Данная дисциплина является базой для успешного выполнения студентами учебно-исследовательской работы, производственной, учебной и преддипломной практики, выпускной квалификационной работы, а также для практической работы выпускников.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-10 [1] – Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях	3-УК-10 [1] – Знать: основные документы, регламентирующие финансовую грамотность в профессиональной деятельности; источники

жизнедеятельности	<p>финансирования профессиональной деятельности;          принципы планирования экономической деятельности;          критерии оценки затрат и обоснованности экономических решений</p> <p>У-УК-10 [1] – Уметь: обосновывать принятие экономических решений в различных областях жизнедеятельности на основе учета факторов эффективности; планировать деятельность с учетом экономически оправданных затрат, направленных на достижение результата</p> <p>В-УК-10 [1] – Владеть: методикой анализа, расчета и оценки экономической целесообразности планируемой деятельности (проекта), его финансирования из внебюджетных и бюджетных источников</p>
-------------------	---

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

<b>Задача профессиональной деятельности (ЗПД)</b>	<b>Объект или область знания</b>	<b>Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции</b>
научно-исследовательский			
Техническая поддержка процессов создания (модификации) и сопровождения информационных систем, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы.	Информационные системы	<p>ПК-1 [1] - способен принимать научно-обоснованные решения на основе математики, физики, химии, информатики, экологии, методов системного анализа и теории управления, теории знаний, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности</p> <p><i>Основание:</i>          Профессиональный стандарт: 40.040</p>	<p>З-ПК-1[1] - Знать: методы построения концептуальных, математических и имитационных моделей; методы прогнозирования, технико-экономических исследований научно-технических решений и нормативного проектирования инновационных видов продукции и процессов. ;</p> <p>У-ПК-1[1] - Уметь: выявлять и оценивать тенденции технологического развития в наукоемких сферах на основе анализа, обобщения и систематизации передового опыта в</p>

			<p>сфере инноватики по материалам ведущих научных журналов и изданий, с использованием электронных библиотек и интернет-ресурсов; воспринимать (обобщать) научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике научного исследования, готовить реферативные обзоры и отчеты, получать научно-исследовательский опыт в профессиональных социальных сетях. ; В-ПК-1[1] - Владеть навыками: разработка основных положений стратегии развития организации, обоснование стратегических решений по совершенствованию процессов стратегического и тактического планирования и организации производства; организация работы по изучению и внедрению научно-технических достижений, передового отечественного и зарубежного опыта по инновационному развитию процессов стратегического и тактического планирования и</p>
--	--	--	---

			организации производства;
Анализ информации о процессах жизненного цикла сложных систем	Жизненный цикл системы	ПК-3 [1] - способен анализировать и систематизировать информацию и данные о процессах жизненного цикла сложных систем, используя методологию и методы системного анализа  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.022	3-ПК-3[1] - знать: теорию управления; английский язык. ; У-ПК-3[1] - уметь: описывать бизнес-процессы; создавать учебно-методические материалы; управлять проектами. ; В-ПК-3[1] - владеть навыками: определения потребностей и интересов потенциальных клиентов; проведения экономических расчетов окупаемости предложенного варианта черновой концепции; описания состояния аналитических работ в формате отчета.

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Интеллектуальное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры умственного труда (В11)	Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (В14)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для: - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам

		<p>профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач. - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплины «Экономика и управление в промышленности на основе инновационных подходов к управлению конкурентоспособностью», «Юридические основы профессиональной деятельности» для: - формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение</p>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (В22)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые</p>

		<p>решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p>
--	--	--

## 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>4 Семестр</i>						
1	Раздел 1. Потребности в энергии и социально-экономическая роль энергетики	1-8	8/8/0	Т-8 (25)	25	КИ-8	3-ПК-1, 3-ПК-3, 3-УК-10
2	Раздел 2. Экономика ядерной энергетики	9-15	7/7/0	Т-15 (25)	25	КИ-15	3-ПК-1, У-ПК-1,

							В-ПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-УК-10, У-УК-10, В-УК-10
	<i>Итого за 4 Семестр</i>		15/15/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 4 Семестр</b>				50	3	У-ПК-3, В-ПК-3, 3-УК-10, У-УК-10, В-УК-10, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-3
	<i>5 Семестр</i>						
1	Раздел 1. Мировая ядерная энергетика и эффективность инвестиций в объекты ядерной энергетика	1-8	8/8/0	Зд-8 (25)	25	КИ-8	3-ПК-1, 3-ПК-3, 3-УК-10
2	Раздел 2. Экономика ядерного топливного цикла и сценарии двухкомпонентной ядерной энергетика	9-16	8/8/0	к.р-16 (25)	25	КИ-16	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-3,



							У-ПК-3, В-ПК-3, 3-УК-10, У-УК-10, В-УК-10
	<i>Итого за 5 Семестр</i>		16/16/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 5 Семестр</b>				50	Э	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-УК-10, У-УК-10, В-УК-10

\* – 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:

<b>Обозначение</b>	<b>Полное наименование</b>
Т	Тестирование
КИ	Контроль по итогам
Зд	Задание (задача)
к.р	Контрольная работа
З	Зачет
Э	Экзамен

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недел и	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем. , час.	Лаб., час.
	<i>4 Семестр</i>	15	15	0
<b>1-8</b>	<b>Раздел 1. Потребности в энергии и социально-экономическая роль энергетики</b>	8	8	0
1 - 2	<b>Тема 1. Потребности в энергии и пределы роста энергопотребления.</b> Понятия и единицы измерения энергии, работы и мощности. Потребности в энергии. Энергетика и валовый внутренний продукт. Структура потребления энергии в промышленности и быту. Топливо-энергетический комплекс. Особенности электроэнергетики как товара. Влияние энергетики на экологию и климат. Динамика потребления энергии. Закономерности экспоненциального роста. Взаимосвязь темпов роста и периода удвоения ВВП и потребления энергии. Мировые ресурсы энергии. Пределы роста.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	<b>Тема 2. Эффективность инвестиций в энергетику и стоимость электроэнергии.</b> Инвестиционные проекты. Критерии экономической эффективности энергетических проектов (рекомендации ЮНИДО). Влияние капитальных и эксплуатационных затрат на приведенные затраты. Влияние капитальных и эксплуатационных затрат на эффективность инвестиций. Взаимосвязи критериев эффективности и инвестиций. Приведенная стоимость единицы продукции инвестиционного проекта. Приведенная стоимость электроэнергии. Составляющие стоимости электроэнергии (капитальная, топливная, операционная и др.). Влияние показателей аварийности АЭС на цену электроэнергии. Экономические условия саморазвития ядерной энергетики.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 7	<b>Тема 3. Энергетические ресурсы и производство электроэнергии.</b> Возобновляемые и не возобновляемые источники энергии. Угледородное топливо (уголь, нефть, газ, торф). Распределение запасов углеводородов и себестоимость добычи. Тепловые электростанции и их экологические проблемы. Гидроэнергия и оценки мощности ГЭС. Крупнейшие ГЭС и их экологические проблемы. Геофизическая энергия (ветер, приливы, геотермальные источники). Солнечная энергия. Спектр солнечного излучения. Солнечные тепловые и фотовольтаические электростанции. Экономические и экологические проблемы СЭС. Ядерная энергия. Изотопы урана, плутония и тория. Реакция деления ядер урана. Роль реакций ядерного бридинга в увеличении ресурсов ядерного топлива. Схема АЭС. Термоядерный синтез. Основные реакции термоядерного синтеза. Критерий Лоусона самоподдерживающейся реакции синтеза. Термоядерные реакторы с магнитным и	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0

	инерционным удержанием плазмы. Сравнительные характеристики первичных источников энергии. О терминах атомный и ядерный. Модель динамики истощения не возобновляемых ресурсов. Запасы и динамика истощения углеводородов, урана и технологических металлов. Смена технологических укладов в экономике.			
8	<b>Тема 4. Экономика передачи энергии на расстояние.</b> Экономические критерии транспорта энергии. Линии электропередач. Роль повышения напряжения в ЛЭП для сокращения потерь электроэнергии. Задача о минимизации приведенных затрат на передачу электроэнергии (Задача Кельвина). Трубопроводный транспорт нефти и газа. Гидравлическое сопротивление трубопроводов. Минимизация приведенных затрат на трубопроводный транспорт (Задача В.Г.Шухова об оптимальном диаметре трубопровода). Транспортировка нефти и сжиженного газа танкерами. Перспективы атомного флота. Железнодорожный и автомобильный транспорт энергии. Транспорт ядерных материалов.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	<b>Раздел 2. Экономика ядерной энергетики</b>	7	7	0
9	<b>Тема 5. Методы и эффективность преобразования энергии.</b> Энергетическая эффективность отрасли. Схемы преобразования энергии. КПД преобразования тепла в работу. Цикл Карно. Тепловая схема энергетической установки. Экономические причины и физические методы повышения КПД циклов. Паротурбинные циклы ТЭС и АЭС (цикл Ренкина). Особенности свойств воды как рабочего тела паротурбинных циклов. Газотурбинные циклы Брайтона. Тепловое загрязнение окружающей среды.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
10 - 11	<b>Тема 6. Основные типы энергетических ядерных реакторов.</b> Инженерно-физические основы ядерных реакторов (цепные реакции деления, роль замедления нейтронов в реакторе, тепловыделение в реакторе, критичность и реактивность реактора, управление реактором, воспроизводство ядерного топлива). Классификация ядерных реакторов (по назначению; нейтронно-физическим характеристикам; применяемым материалам; конструктивным особенностям). Канальные ядерные реакторы на тепловых нейтронах типа РБМК и CANDU. Корпусные ядерные реакторы на тепловых нейтронах типа ВВЭР и PWR. Кипящие ядерные реакторы на тепловых нейтронах типа BWR. Ядерные реакторы на быстрых нейтронах типа БН, СВБР и БРЕСТ. Транспортные ядерные реакторы Основные составляющие капитальных затрат на строительство АЭС. Структура машиностроительного цикла АЭС. Оборудование АЭС. Барьеры безопасности АЭС. Мульти-D технологии проектирования и	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	строительства АЭС. Эксплуатационные затраты АЭС.			
12 - 13	<b>Тема 7. Основы экономики ядерного топливного цикла.</b> Потребность ядерных реакторов в топливе. Глубина выгорания топлива как важная экономическая характеристика АЭС. Открытый и замкнутый ядерные топливные циклы. Предприятия ЯТЦ. Методы добычи урана и ее себестоимость. Динамика исчерпания природного урана. Динамика спотовых и контрактных цен на природный уран. Экономика обогащения урана изотопом уран-235. Взаимосвязь потоков природного, обогащенного и обедненного (отвального) урана. Центрифужный метод разделения изотопов урана. Работа разделения. Составляющие стоимости обогащенного урана и ТВС. Влияние концентрации отвального урана на стоимость обогащенного урана. Зависимость оптимальной концентрации отвального урана от цен на природный уран и работу разделения. Влияние мощности разделительного завода на приведенную стоимость работы разделения. Мировой рынок обогащенного урана. Топливная составляющая стоимости электроэнергии АЭС и ТЭС. Экономика обращения с облученным топливом.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
14 - 15	<b>Тема 8. Стратегия развития ядерной энергетики и конкурентоспособность ядерных реакторов нового поколения.</b> Поколения ядерных реакторов. Требования к крупномасштабной конкурентоспособной энергетике. Международные проекты GIF-IV и INPRO. Конкурентоспособность реакторов большой, средней и малой мощности. Состояние и динамика развития ядерной энергетики в XXI веке. Динамика ввода новых и остановка старых реакторов. Влияние ресурсов природного урана на стратегию развития реакторов на тепловых и быстрых нейтронах. Прогнозирование потребности развивающейся ядерной энергетики в инвестициях и кадрах для строительства, эксплуатации и вывода из эксплуатации АЭС. Международная интеграция ядерного образования. Требования к международным тендерам на строительство АЭС. Требования к инфраструктуре ядерной энергетики. Ядерные технологии в медицине, сельском хозяйстве, геологии, космосе.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
	<i>5 Семестр</i>	16	16	0
1-8	<b>Раздел 1. Мировая ядерная энергетика и эффективность инвестиций в объекты ядерной энергетики</b>	8	8	0
1 - 2	<b>Тема 1. Мировая ядерная энергетика.</b> Динамика развития мировой ядерной энергетики. Структура производства электроэнергии по источникам первичной энергии. Вклад ядерной энергетики в энергетический баланс различных стран. Влияние ядерной	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	<p>энергетики на экологию и климат. Типы ядерных реакторов. Инженерно-физические основы экономики ядерных реакторов (цепные реакции деления, роль замедления нейтронов в реакторе, тепловыделение в реакторе, критичность и реактивность реактора, управление реактором, воспроизводство ядерного топлива-бридинга). Классификация ядерных реакторов (по назначению; нейтронно-физическим характеристикам; применяемым материалам; конструктивным особенностям). Канальные ядерные реакторы на тепловых нейтронах типа РБМК и CANDU. Корпусные ядерные реакторы на тепловых нейтронах типа ВВЭР и PWR. Кипящие ядерные реакторы на тепловых нейтронах типа BWR. Ядерные реакторы на быстрых нейтронах типа БН, СВБР и БРЕСТ. Транспортные ядерные реакторы.</p>			
3	<p><b>Тема 2. Рынки присутствия ГК «Росатом» и цепочки создания стоимости.</b>  Рынки природного урана, конверсии и обогащения урана, фабрикация ТВС. Рынок энерго-машиностроения. Рынок сооружения и эксплуатации АЭС, сервисное обслуживание. Стратегические цели Росатома. Вклад Росатома в устойчивое развитие программы ООН об устойчивом развитии.</p>	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
4 - 6	<p><b>Тема 3. Критерии экономической эффективности инвестиций в объекты ядерной энергетики и стоимость электроэнергетики.</b>  Инвестиционные проекты. Прогнозирование капитальных и эксплуатационных затрат и выручки. Критерии экономической эффективности энергетических проектов (рекомендации ЮНИДО: NPV, IRR, LCOE, период окупаемости, приведенные затраты). Понятие «идеального проекта». Зависимость чистого дисконтированного дохода от ставки дисконтирования, отпускной цены продукции, капитальных и эксплуатационных затрат. Взаимосвязи критериев эффективности инвестиций.  Структура капитальных и эксплуатационных затрат АЭС. Стоимость и сроки сооружения АЭС. Барьеры безопасности АЭС. Приведенная стоимость электроэнергии АЭС. Составляющие стоимости электроэнергии (капитальная, топливная, операционная и др.). Стоимость электроэнергии АЭС при заданном сроке возврата инвестиций.  Период окупаемости инвестиций в АЭС. Зависимость чистого дисконтированного дохода от длительности жизненного цикла АЭС. Влияние показателей аварийности и страхования АЭС на цену электроэнергии.  Экономические условия саморазвития ядерной энергетики.</p>	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	<p><b>Тема 4. Риски инвестиций в ядерную энергетику.</b>  Анализ чувствительности инвестиционного проекта АЭС к исходным данным. Неопределенности исходных данных инвестиционного проекта АЭС. Вероятностное</p>	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	распределение исходных параметров в пределах их неопределенности. PERT(Beta)-распределение. Метод Монте-Карло оценки риска инвестиционного проекта. Роль цифровизации ядерной отрасли в снижении затрат и сокращении сроков сооружения объектов ядерной энергетики. Мульти-D технологии проектирования и строительства АЭС. Цифровые двойники АЭС. Эффективность затрат на цифровизацию ядерной отрасли.			
9-16	<b>Раздел 2. Экономика ядерного топливного цикла и сценарии двухкомпонентной ядерной энергетики</b>	8	8	0
9 - 10	<b>Тема 5. Потребность ядерных реакторов в топливе и природном уране.</b> Топливо энергетических реакторов. Глубина выгорания и обогащение ядерного топлива для реакторов разного типа. Потребность реакторов в топливе. Потребность реакторов в природном уране в открытом топливном цикле. Открытый и замкнутый ядерные топливные циклы. Ядерные реакции деления и бридинга. Изменение изотопного состава топлива в процессе выгорания в реакторе. Роль плутония. Длительность топливной кампании реактора. Ядерный топливный цикл в России. Потребности в сырье и топливе для открытого и закрытого ядерного топливного цикла.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 13	<b>Тема 6. Экономика производства ядерного топлива.</b> Экономика добычи и стоимость природного урана. Мировые ресурсы природного урана. Классификация МАГАТЭ ресурсов урана по себестоимости добычи. Методы добычи природного урана. Мировая добыча и потребление урана. Основные поставщики природного урана. Гидрометаллургические и аффинажные процессы. Динамика исчерпания урана при разных темпах развития ядерной энергетики на тепловых нейтронах. Капитальные и эксплуатационные затраты на создание уранового рудника. Эффективность инвестиций в урановое месторождение. Приведенная стоимость добычи урана в месторождении. Срок окупаемости инвестиций в месторождение урана. Условия целесообразности покупки месторождения урана или готового концентрата урана. Динамика цен на мировом рынке природного урана. Экономика обогащения ядерного топлива изотопом уран-235 и производства ТВС. Взаимосвязь потоков природного, обогащенного и обедненного (отвального) урана. Центрифужный метод разделения изотопов урана. Работа разделения. Составляющие стоимости обогащенного урана. Влияние концентрации отвального урана на стоимость обогащенного урана. Зависимость оптимальной концентрации отвального урана от цен на природный уран и работу разделения. Эффективность инвестиций в раздельный завод. Влияние мощности раздельного завода на приведенную стоимость работы разделения. Мировой рынок обогащенного урана. Фабрикация ТВС. Цена ТВС с учетом разновременности затрат.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0

14	<b>Тема 7. Экономика обращения с облученным топливом.</b> Динамика накопления ОЯТ. Нуклидный состав ОЯТ теплового реактора. Изменение токсичности ОЯТ с течением времени. Транспортно-упаковочный контейнер для ОЯТ. Технологии обращения с ОЯТ. Эффективность инвестиций в хранилище ОЯТ. Эффективность инвестиций в завод для переработки ОЯТ. Зависимость стоимости переработки ОЯТ от мощности завода. Составляющие «front-end» и «back-end» в стоимости электроэнергии АЭС.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
15 - 16	<b>Тема 8. Новые поколения ядерных реакторов.</b> Требования к большой ядерной энергетике. Проект INPRO. Проект GIF-IV. Программные продукты МАГАТЭ для прогнозирования и оптимизации ядерно-энергетических систем. Международная интеграция ядерного образования. Требования к инфраструктуре ядерной энергетики. Ядерные технологии в медицине, сельском хозяйстве, геологии, космосе. Двухкомпонентная ядерная энергетика	Всего аудиторных часов		
		2	2	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

#### ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>4 Семестр</i>
1 - 2	<b>Тема 1.</b> Потребности в энергии и пределы роста энергопотребления.
3 - 4	<b>Тема 2.</b> Эффективность инвестиций в энергетику и стоимость электроэнергии.
5 - 7	<b>Тема 3.</b> Энергетические ресурсы и производство электроэнергии.
8	<b>Тема 4.</b> Экономика передачи энергии на расстояние.
9	<b>Тема 5.</b> Методы и эффективность преобразования энергии.
10 - 11	<b>Тема 6.</b> Основные типы энергетических ядерных реакторов.
12 - 13	<b>Тема 7.</b>

	Основы экономики ядерного топливного цикла.
14 - 15	<b>Тема 8.</b> Стратегия развития ядерной энергетики и конкурентоспособность ядерных реакторов нового поколения.
	<i>5 Семестр</i>
1 - 2	<b>Тема 1.</b> Мировая ядерная энергетика
3	<b>Тема 2.</b> Рынки присутствия ГК «Росатом» и цепочки создания стоимости
4 - 6	<b>Тема 3.</b> Критерии экономической эффективности инвестиций в объекты ядерной энергетики и стоимость электроэнергии
7 - 8	<b>Тема 4.</b> Риски инвестиций в ядерную энергетику
9 - 10	<b>Тема 5.</b> Потребность ядерных реакторов в топливе и природном уране
11 - 13	<b>Тема 6.</b> Экономика производства ядерного топлива
14	<b>Тема 7.</b> Экономика обращения с облученным топливом
15 - 16	<b>Тема 8.</b> Новые поколения ядерных реакторов. Двухкомпонентная ядерная энергетика. Публичная защита курсовой (домашней) работы

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ОС ВО по направлению подготовки реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов.

При реализации программы во время аудиторных занятий - лекционных и практических - используются технические средства обучения (электронные презентации, занятия с визуализацией и выходом в Интернет). На семинарских занятиях применяются диалоговый режим, разбор конкретных ситуаций и проектов (ситуационный анализ), публичные доклады студентов с презентациями и их обсуждением в студенческой группе, различные виды групповых дискуссий.

Самостоятельная работа студентов предусматривает: ознакомление с рекомендованной литературой и презентациями лекций, в том числе с использованием Интернет с помощью системы электронного обучения ИНФОМИФИСТ.

Предусматривается привлечение студентов к внеаудиторной работе (научным конференциям и семинарам, олимпиадам, конкурсам) с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов. Предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, включая предприятия ГК «Росатом», государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов.



## 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)	Аттестационное мероприятие (КП 2)
ПК-1	З-ПК-1	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15	Э, КИ-8, КИ-16, Зд-8, к.р-16
	У-ПК-1	З, КИ-15, Т-15	Э, КИ-16, к.р-16
	В-ПК-1	З, КИ-15, Т-15	Э, КИ-16, к.р-16
ПК-3	З-ПК-3	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15	Э, КИ-8, КИ-16, Зд-8, к.р-16
	У-ПК-3	З, КИ-15, Т-15	Э, КИ-16, к.р-16
	В-ПК-3	З, КИ-15, Т-15	Э, КИ-16, к.р-16
УК-10	З-УК-10	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15	Э, КИ-8, КИ-16, Зд-8, к.р-16
	У-УК-10	З, КИ-15, Т-15	Э, КИ-16, к.р-16
	В-УК-10	З, КИ-15, Т-15	Э, КИ-16, к.р-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 – «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 существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 –	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает
60-64			

			неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	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.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Г 121 Атомная энергетика XXI века : Рекомендовано ФУМО по УГСН 14.000.00 "Ядерная энергетика и технологии" в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Ядерная энергетика и теплофизика", Москва: МЭИ, 2021
2. ЭИ Н 602 Атомная энергетика Мира и России. Состояние и развитие. 1970-2018-2040 (2050) гг : монография, Москва: МЭИ, 2020
3. ЭИ Б 42 Ядерные технологии : Учебник для вузов, Москва: Юрайт, 2021

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Т 11 Атомные электрические станции с реакторами ВВЭР-1000 : Допущено Учебно-методическим объединением вузов России по образованию в области энергетика и электротехники в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по специальности "Атомные электрические станции и установки" направления подготовки "Техническая физика", Москва: МЭИ, 2020
2. 33 X20 Динамика развития ядерной энергетика. Экономико-аналитические модели : , Москва: НИЯУ МИФИ, 2014
3. 621.039 X 20 Долгосрочные тренды истощения традиционных энергетических ресурсов и перспективы ядерной энергетика : монография, Москва: НИЯУ МИФИ, 2016
4. ЭИ К 52 Инновационные предприятия в вузах: вопросы интеграции с реальным сектором экономики : -, Москва: Юрайт, 2021
5. ЭИ А 50 Радиоактивность : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2022

6. ЭИ Б 42 Ядерные технологии : Учебник для вузов, Москва: Юрайт, 2021
7. ЭИ Т 25 Ядерные технологии : Учебное пособие для вузов, Москва: Юрайт, 2021
8. ЭИ Л 33 Ядерные энергетические установки : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2021

#### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

#### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. Научная электронная библиотека Elibrary.ru (<http://elibrary.ru>)
2. Система электронного обучения ИНФОМИФИСТ (<http://portei.mephi.ru/kaf2/072/>)
3. Официальный сайт Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» (<https://www.rosatom.ru/>)
4. Официальный сайт Института энергетических исследований Российской академии наук (ИНЭИ РАН) (<https://www.eriras.ru/>)
5. Официальный сайт Института народнохозяйственного прогнозирования РАН (<https://ecfor.ru/>)
6. Официальный сайт Международного агентства по атомной энергии МАГАТЭ (IAEA) (<https://www.iaea.org/ru>)
7. Официальный сайт Всемирной ядерной ассоциации (WNA) (<https://www.world-nuclear.org/>)
8. Официальный сайт Международного энергетического агентства (International Energy Agency) (<https://www.iea.org/>)
9. Официальный сайт Агентства по ядерной энергии (National Education Association) (<https://www.oecd-nea.org/>)
10. Официальный сайт Министерства энергетики США (DOE) (<http://www.energy.gov/>)

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

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

### **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

### **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

Методические рекомендации студентам по изучению дисциплины

Методические рекомендации по организации работы студента на лекциях:

Во время лекции по "Экономика атомной отрасли" студент должен уметь сконцентрировать внимание на рассматриваемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого ему необходимо конспектировать материал, излагаемый преподавателем. Во время конспектирования в работу включается моторно-двигательная память, позволяющая эффективно усвоить лекционный материал. Весь иллюстративный материал, представляемый на лекции (на слайдах, на доске, в раздаточном материале) также должен быть зафиксирован в конспекте лекций. Каждому студенту необходимо помнить о том, что конспектирование лекции – это не диктант. Студент должен уметь (или учиться уметь) выделять главное и фиксировать основные моменты «своими словами». Это гораздо более эффективно, чем запись «под диктовку».

Методические рекомендации по организации работы студента на практических занятиях:

Перед практическим занятием студенту необходимо восстановить в памяти теоретический материал по теме практического занятия. Для этого следует обратиться к соответствующим главам учебника, конспекту лекций, настоящим методическим указаниям.

Каждое занятие начинается с повторения теоретического материала по соответствующей теме. Студенты должны уметь чётко ответить на вопросы, поставленные преподавателем. По характеру ответов преподаватель делает вывод о том, насколько тот или иной студент готов к выполнению упражнений.

После такой проверки студентам предлагается выполнить соответствующие задания и задачи. Что касается типов задач, решаемых на практических занятиях, то это различные ситуационные задачи на усвоение студентами теоретического материала.

Порядок решения задач студентами может быть различным. Преподаватель может установить такой порядок, согласно которому каждый студент в отдельности самостоятельно решает задачу без обращения к каким – либо материалам или к преподавателю. Может быть использован и такой порядок решения задачи, когда предусматривается самостоятельное решение каждым студентом поставленной задачи с использованием конспектов, учебников и других методических и справочных материалов. При этом преподаватель обходит студентов, наблюдая за ходом решения и давая индивидуальные указания.

При выполнении студентами большой комплексной задачи проверка правильности её решения может выполняться преподавателем на дому. В этом случае преподаватель делает соответствующие замечания и даёт общую оценку выполнения задания.

В конце занятия преподаватель подводит его итоги, даёт оценку активности студентов и уровня их знаний.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студента:

Для эффективного достижения указанных выше целей обучения по дисциплине процесс изучения материала курса предполагает достаточно интенсивную работу не только на лекциях и семинарах, но и с различными текстами и информационными ресурсами в ходе самостоятельной работы.

Самостоятельная работа по дисциплине "Экономика атомной отрасли" делится на аудиторную и внеаудиторную. Вопросы организации самостоятельной работы в ходе аудиторных занятий рассмотрены в предыдущих разделах предлагаемых методических рекомендаций. Поэтому рассмотрим процесс организации самостоятельной внеаудиторной работы студентов. Весь материал темы или отдельных ее вопросов, выносимых на самостоятельное изучение, разбивается на небольшие части. В конце каждой части приводятся

вопросы для самоконтроля, отвечая на которые студент может проверить степень усвоения им изучаемого материала. Внеаудиторная самостоятельная работа включает также выполнение индивидуальных заданий. Индивидуальные задания выполняются по темам курса "Экономика атомной отрасли". По результатам работы студента на практических занятиях проставляется оценка в ведомость текущего контроля успеваемости и посещаемости студентов, а также передаются сведения в автоматизированную систему контроля самостоятельной и аудиторной работы студентов в Учебный Департамент НИЯУ «МИФИ».

Таким образом, самостоятельная работа студентов включает усвоение теоретического материала; подготовку к практическим (семинарским) занятиям; выполнение самостоятельных заданий (рефератов и презентаций); изучение литературных источников, Internet-данных, материалов в системе электронного образования ИНФО-МИФИСТ; изучение нормативно-правовой базы; подготовку к текущему контролю знаний, к промежуточной аттестации. В рамках изучения дисциплины могут быть предусмотрены встречи обучающихся с участием представителей российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций и проведение экспертами мастер-классов.

Подготовка к экзамену и порядок его проведения:

Итоговой формой контроля знаний студентов в семестре по дисциплине является экзамен. Перед проведением экзамена студенту необходимо восстановить в памяти теоретический материал по всем темам курса. Для этого следует обратиться к соответствующим главам учебника, конспекту лекций и другим источникам. Экзамен по курсу "Экономика атомной отрасли" может быть проведен в традиционной устной форме. В качестве методической помощи студентам при подготовке к экзамену рекомендуется перечень вопросов для подготовки к экзамену. Экзамен по курсу может быть проведен также в письменной форме: либо в форме тестирования, либо в форме письменных ответов на вопросы билетов (на усмотрение преподавателя). Тесты и вопросы должны в обязательном порядке охватывать все дидактические единицы дисциплины "Экономика атомной отрасли". Форма проведения экзамена сообщается студентам на последних занятиях.

Итоговая оценка за экзамен определяется на основе суммы баллов, полученных по всем разделам по результатам самостоятельной работы при условии, что студент по каждому виду набрал количество баллов не менее зачетного минимума. Так экзамен проставляется если студент в сумме набрал от 60-100 баллов. Не зачтено ставиться - ниже 60 баллов.

Сумма баллов Зачет Оценка (ECTS) Градация

90 - 100 А отлично

85 - 89 В очень хорошо

75 - 84 С хорошо

70 - 74 D хорошо

65 - 69 D удовлетворительно

60 - 64 E удовлетворительно

Ниже 60 не зачтено F неудовлетворительно

В основу разработки данной бально-рейтинговой системы положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется постоянно в процессе его обучения в университете. Настоящая система оценки успеваемости студентов основана на использовании совокупности контрольных точек, оптимально расположенных на всем временном интервале изучения дисциплины. При этом предполагается разделение всего

курса на ряд более или менее самостоятельных, логически завершенных блоков и модулей и проведение по ним промежуточного контроля.

## **11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

Целью методических указаний является повышение эффективности теоретических и практических занятий вследствие более четкой их организации преподавателем, создания целевых установок по каждой теме, систематизации материала по курсу, взаимосвязи тем курса, полного материального и методического обеспечения образовательного процесса.

Средства обеспечения освоения дисциплины

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие средства:

- рекомендуемую основную и дополнительную литературу;
- методические указания и пособия;
- вопросы и задачи для самоконтроля студентов и закрепления теоретического материала;
- тесты в системе электронного обучения ИНФОМИФИСТ;
- электронные версии федеральных законов, учебников и методических указаний, а также сайты ряда ведущих организаций для выполнения практических работ и СРС.

Методические указания по организации изучения дисциплины:

Цель освоения учебной дисциплины «Экономика атомной отрасли» состоит в том, чтобы ввести студентов в круг знаний, составляющих основы профессиональной культуры, включая получение теоретических знаний и практических навыков для выполнения аналитических оценок экономической эффективности энергетических проектов и анализа современных подходов и методов управления в энергетике и, в частности, в ядерной энергетике.

Изложение лекционного материала закрепляется на семинарских занятиях и при самостоятельной практической работе студентов с тестами, вопросами и задачами. Для освоения навыков поисковой и исследовательской деятельности студент пишет реферат по выбранной (свободной) теме и защищает его публично на семинарских занятиях. Для максимального усвоения дисциплины студенты тестируются в режиме удаленного доступа с помощью системы ИНФОМИФИСТ, где фиксируются все подходы, длительность работы с тестами и степень выполнения задач. Подборка вопросов для тестирования осуществляется в автоматическом режиме из полного перечня вопросов и задач, распределенных по темам дисциплины.

В результате освоения дисциплины студент должен освоить:

- экономические основы поведения организаций, имеет представление о различных структурах рынков и способен проводить анализ конкурентной среды отрасли,
- методы разработки бизнес-проектов и оценки конкурентоспособности и экономической эффективности технических решений для предприятий высоко технологичных отраслей экономики,
- методы постановки и решения прикладных задач с использованием современных инструментальных средств и информационно-коммуникационных технологий,
- практику участия в составе коллектива в выполнении научных исследований в целях изыскания принципов и путей совершенствования объектов профессиональной деятельности,
- методы анализа и исследования экономических эффектов от внедрения инновационных решений на предприятиях высокотехнологичных отраслей экономики,

– основные методики коммерциализации инноваций в высокотехнологичных отраслях экономики,

– методики анализа хозяйственной деятельности предприятий высокотехнологичных отраслей экономики.

Изучение курса предполагает, что преподаватель читает лекции, проводит семинарские занятия, организует самостоятельную работу студентов, проводит консультации, осуществляет текущий, промежуточный и итоговый контроль.

В лекциях излагаются основные теоретические вопросы дисциплины, проводятся и разбираются конкретные экономические ситуации, обращается внимание на особо сложные моменты.

В процессе проведения семинарских занятий преподаватель задает дополнительные вопросы, организует их обсуждение. Целесообразно обращать внимание студентов на те жизненные ситуации, которые потребуют от них знание основ экономики отрасли. На семинарах разбираются тестовые задания и задания, выданные для самостоятельной работы. Желательно, чтобы преподаватель в той или иной форме опросил каждого студента. Студенты, пропустившие занятия, или не подготовившиеся к нему, приглашаются на консультацию к преподавателю.

Преподаватель должен довести до сознания студентов, что «Экономика атомной отрасли» – это особая дисциплина, требующая систематической работы.

Автор(ы):

Харитонов Владимир Витальевич, д.ф.-м.н.,  
профессор

Рецензент(ы):

профессор, д.э.н. Агеев А.И., доцент, к.ф.-м.н.  
Савандер В.И.