

ФАКУЛЬТЕТ БИЗНЕС–ИНФОРМАТИКИ И УПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫМИ
СИСТЕМАМИ

КАФЕДРА УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЕКТАМИ

ОДОБРЕНО УМС ФБИУКС

Протокол № 02/21-08

от 31.08.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ЭКОНОМИКА И ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭНЕРГЕТИКИ

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
2	3	108	15	15	0	78	0	3
Итого	3	108	15	15	0	78	0	

АННОТАЦИЯ

В данной дисциплине рассматривается социально-экономическая роль энергетики и структура топливно-энергетического комплекса; эффективность инвестиций в энергетические проекты и стоимость электроэнергии, производимой возобновляемыми и не возобновляемыми источниками энергии; энергетические ресурсы и экономика передачи энергии на расстояние; цифровой инструментарий для инженерно-экономического моделирования энергетики, включая инструментальные средства МАГАТЭ/ИНПРО и имитационные модели мирового рынка продукции ядерного топливного цикла; моделирование многокомпонентных ядерных энергетических систем. В лекциях много формул, цифр, графиков, диаграмм, помогающих выявить наиболее яркие и глубокие взаимосвязи между естественными науками, экономикой и политикой на примере энергетики.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Экономика и цифровые технологии энергетики» нацелена на формирование представлений, знаний и навыков, соответствующих современному уровню развития экономики и цифровых технологий в различных направлениях энергетики и позволяющих проводить сравнительный анализ экономической эффективности инвестиций в разные энергетические технологии, оценивать конкурентоспособность электростанций разного типа, экономически обосновывать проектные, инвестиционные и стратегические решения на основе международно-признанных методологий.

Освоение данной дисциплины способствует подготовке обучающихся, обладающих управленческими и техническими компетенциями для успешной работы в сфере государственного и корпоративного управления, международного сотрудничества, инжиниринга и реинжиниринга бизнес-процессов в области перспективных энергетических технологий.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Экономика и цифровые технологии энергетики» рассматривает социально-экономическую роль энергетики и структуру топливно-энергетического комплекса; эффективность инвестиций в энергетические проекты и стоимость электроэнергии, производимой возобновляемыми и не возобновляемыми источниками энергии; энергетические ресурсы и экономика передачи энергии на расстояние; цифровой инструментарий для инженерно-экономического моделирования энергетики, включая инструментальные средства МАГАТЭ/ИНПРО и имитационные модели мирового рынка продукции ядерного топливного цикла; моделирование многокомпонентных ядерных энергетических систем. Данная курс необходим для успешного выполнения студентами научно-исследовательских, производственной 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
--------------------------------	--

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
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

<p>Разработка системы управления и обеспечения устойчивого и безопасного функционирования и развития объектов атомной энергетики.</p>	<p>Процессы управления организациями различных организационно-правовых форм; Процессы государственного, корпоративного и муниципального управления; Научно-исследовательские процессы; Инновационные процессы.</p>	<p>ПК-2.2 [1] - Способен к разработке системы управления ядерными инцидентами, аварийным планированием и реагированием.</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.035</p>	<p>З-ПК-2.2[1] - Знать: Общие положения 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</p>
---	--	--	---

			материалов и радиоактивных веществ.
информационно-аналитический			
Анализ управленческих решений и оценка экономической эффективности и рисков проектов сооружения объектов использования атомной энергии	Процессы управления организациями различных организационно-правовых форм; Процессы государственного, корпоративного и муниципального управления; Научно-исследовательские процессы; Инновационные процессы.	ПК-2.3 [1] - Способен анализировать и обосновывать решения в области ядерного страхования и правового регулирования поставками ядерных материалов. <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.090, Анализ опыта: По согласованию с заказчиком образовательной программы Трудовая функция: «Выполнение деятельности в области анализа управленческих решений и оценки экономической эффективности и рисков проектов сооружения ОИАЭ»	3-ПК-2.3[1] - Знать: Нормативные правовые акты, регламентирующие инвестиционно-строительную деятельность; Методы идентификации рисков проекта сооружения ОИАЭ; Методы учета налоговых платежей в сметах при формировании стоимости проектов сооружения ОИАЭ.; У-ПК-2.3[1] - Уметь: Идентифицировать риски проекта сооружения ОИАЭ; Находить и анализировать информацию, необходимую для подготовки ведомостей объемов работ для использования их при установлении стоимостных показателей проекта сооружения ОИАЭ.; В-ПК-2.3[1] - Владеть навыками: Сбор информации о факторах рисков проекта сооружения ОИАЭ; Идентификация стоимостных рисков в зоне своей ответственности.
Оценка эффективности проектов с использованием современных инструментальных средств и информационно-	Процессы управления организациями различных организационно-правовых форм; Процессы государственного,	ПК-4 [1] - Способен ставить и решать задачи управления инвестиционными и инновационными проектами с использованием современных	3-ПК-4[1] - Знать: Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов; Системный анализ, теория принятия решений при

<p>коммуникационных технологий.</p>	<p>корпоративного и муниципального управления; Научно-исследовательские процессы; Инновационные процессы.</p>	<p>инструментальных средств и информационно-коммуникационных технологий</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 08.036</p>	<p>реализации инвестиционного проекта; Теория управления рисками; ; У-ПК-4[1] - Уметь: Определять последовательность операций для реализации инвестиционного проекта; Работать в специализированных компьютерных программах для подготовки и реализации инвестиционного проекта; Выявлять и оценивать степень (уровень) риска инвестиционного проекта;; В-ПК-4[1] - Владеть навыками: Оценка ресурсов операций инвестиционного проекта; Развитие команды инвестиционного проекта; Контроль качества реализации инвестиционного проекта</p>
<p>финансовый</p>			
<p>Разработка системы управления рисками организаций и их структурных подразделений в различных отраслях экономики.</p>	<p>Процессы управления организациями различных организационно-правовых форм; Процессы государственного, корпоративного и муниципального управления; Научно-исследовательские процессы; Инновационные процессы.</p>	<p>ПК-3 [1] - Способен к разработке системы управления рисками организаций и их структурных подразделений в различных отраслях экономики</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 08.018</p>	<p>З-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</p>

			<p>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</p>
--	--	--	---

			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
--	--	--	---

4. 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>2 Семестр</i>						
1	Раздел 1. Экономика и социально-экономическая роль энергетики	1-8	7/7/0	Т-8 (20)	25	КИ-8	3-ПК-2.1, У-ПК-2.1, 3-ПК-2.2, У-ПК-2.2, 3-ПК-2.3, У-ПК-2.3, 3-ПК-3, У-ПК-3,

							3-ПК-4, У-ПК-4
2	Раздел 2. Цифровые технологии в энергетике	9-15	8/8/0	Т-15 (15)	20	КИ-15	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-2.3, У-ПК-2.3, В-ПК-2.3, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
3	Раздел 3. Онлайн-курс "Основы энергетических ядерных технологий"	1-15	0/0/0	Т-15 (5)	5	КИ-15	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- 2.3, У- ПК- 2.3, В- ПК- 2.3, 3-ПК- 3, У- ПК-3, В- ПК-3, 3-ПК- 4, У- ПК-4, В- ПК-4
	<i>Итого за 2 Семестр</i>		15/15/0		50		
	Контрольные мероприятия за 2 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- 2.3, У- ПК- 2.3, В- ПК- 2.3, 3-ПК- 3, У-

							ПК-3, В- ПК-3, 3-ПК- 4, У- ПК-4, В- ПК-4
--	--	--	--	--	--	--	--

* – 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
Т	Тестирование
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Неделя	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>2 Семестр</i>	15	15	0
1-8	Раздел 1. Экономика и социально-экономическая роль энергетики	7	7	0
1 - 2	Тема 1. Потребности в энергии и пределы роста энергопотребления 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 электроэнергии 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	Тема 2. Эффективность инвестиций в энергетику и стоимость электроэнергии. Инвестиционные проекты. Критерии экономической эффективности энергетических проектов (рекомендации ЮНИДО). Влияние капитальных и эксплуатационных затрат на критерии эффективности инвестиций. Взаимосвязи критериев эффективности инвестиций. Приведенная стоимость единицы продукции инвестиционного проекта. Приведенная стоимость электроэнергии. Составляющие стоимости электроэнергии	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	(капитальная, топливная, операционная и др.). Влияние показателей изменчивости спроса на электроэнергию и аварийности электростанций на цену электроэнергии. Экономические условия саморазвития ядерной энергетики.			
5 - 7	Тема 3. Энергетические ресурсы и их влияние на экономику стран. Возобновляемые и не возобновляемые источники энергии. Угледородное топливо (уголь, нефть, газ, торф). Распределение ресурсов по странам и себестоимость добычи угледородного топлива. Экономика тепловых электростанций и их экологические проблемы. Экономические причины и физические методы повышения КПД паротурбинных циклов (цикл Ренкина). Особенности свойств воды как рабочего тела паротурбинных циклов. Гидроэнергия и оценки мощности ГЭС. Крупнейшие ГЭС и их экологические проблемы. Геофизическая энергия (ветер, приливы, геотермальные источники). Экономика солнечной энергетики. Спектр солнечного излучения. Солнечные тепловые и фотовольтаические электростанции. Экономические и экологические проблемы солнечных электростанций. Ядерная энергетика. Изотопы урана, плутония и тория. Реакция деления ядер урана. Ресурсы и рыночные цены природного урана. Роль реакций ядерного бридинга в увеличении ресурсов ядерного топлива. Схема АЭС. Конструкция и инженерно-экономические параметры корпусных энергетических ядерных реакторов (ВВЭР, PWR, BWR), канальных ядерных реакторов (CANDU, РБМК), ядерных реакторов на быстрых нейтронах (БН, СВБР, БРЕСТ). Термоядерный синтез. Основные реакции термоядерного синтеза. Критерий Лоусона самоподдерживающейся реакции синтеза. Термоядерные реакторы с магнитным и инерционным удержанием плазмы. Сравнительные характеристики первичных источников энергии (по калорийности, ресурсам, влиянию на экологию и климат, по стоимости электроэнергии и масштабах инвестиций, по потребностям в материалах, землеотводе и воде). Модель динамики исчерпания не возобновляемых ресурсов угледородов, урана и технологических металлов. Смена технологических укладов в экономике.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Тема 4. Экономика передачи энергии на расстояние. Экономические критерии транспорта энергии. Экономика линий электропередач. Роль повышения напряжения в ЛЭП для сокращения потерь электроэнергии. Задача о минимизации приведенных затрат на передачу электроэнергии (Задача Кельвина). Экономика трубопроводного транспорта нефти и газа. Капитальные и эксплуатационные затраты на трубопроводный транспорт. Минимизация приведенных затрат на трубопроводный транспорт (Задача В.Г. Шухова об оптимальном диаметре трубопровода). Экономика транспортировки нефти и сжиженного газа танкерами. Перспективы атомного флота	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0

	и северного морского пути. Экономика железнодорожного и автомобильного транспорта энергии. Транспорт ядерных материалов.			
9-15	Раздел 2. Цифровые технологии в энергетике	8	8	0
9 - 10	Тема 5. Цифровая трансформация ядерной отрасли. Ключевые технологии концепций «Индустрии 4.0» и «Общество 5.0». Различия цифровизации физических и бизнес-процессов. Искусственный интеллект, информационные системы, управление данными и др. Внутренние и внешние предпосылки цифровизации ядерной отрасли. Единая цифровая стратегия ГК «Росатом». Управление требованиями и конфигурацией для обеспечения единства и соответствия проектной документации требованиям заказчика, проектировщиков и строителей. Единое информационное пространство проектирования, сооружения и эксплуатации АЭС на основе технологий Multi-D. Цифровой двойник АЭС.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	Тема 6. Цифровой инструментарий для моделирования энергетики. Инструментальные средства МАГАТЭ/ИНПРО (NEST, MESSAGE-NES, KIND-ET, ROADMAPS-ET). Отраслевые программные средства инженерно-экономического моделирования многокомпонентных ядерно-энергетических систем. Единый инструмент управления стоимостью и сроками проектов сооружения объектов использования ядерной энергии. Программный комплекс ядерного топливного цикла (АТЭК-ЯТЦ). Код CYCLE – инструмент системного анализа ЯТЦ. Программный комплекс СМАК. Интеллектуальная технология управления разработкой месторождений урана «Умный полигон».	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	Тема 7. Имитационная модель мирового рынка продукции ядерного топливного цикла. Экономико-математическое моделирование взаимодействия экономических агентов мирового рынка ядерной энергетики. Применение нечеткой логики для моделирования экономических отношений. Результаты моделирования рынка урановых продуктов. Влияние цифровизации ядерной отрасли на снижение стоимости и сроков сооружения АЭС и повышения конкурентоспособности АЭС отечественного дизайна на глобальном рынке урана.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 14	Тема 8. Интеллектуальная энергетика. Энергетика будущего. Структура производства и потребления энергии в условиях массового развития возобновляемой энергетики. Гибридная модель энергетической системы. Критерии эффективности инвестиций в гибридную энергосистему. Роль цифровизации в децентрализации энергетики. Виртуальные электростанции. Смарт-грид (умные	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	электросети). Технологии блокчейн в энергетике. Торговля электроэнергией.			
15	Заключительная лекция. Политика энергосбережения и стратегии развития мировой и российской энергетики.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
1-15	Раздел 3. Онлайн-курс "Основы энергетических ядерных технологий"	0	0	0
1 - 15	Онлайн-курс "Основы энергетических ядерных технологий" Онлайн-курс "Основы энергетических ядерных технологий" Тема 1. Введение в курс. Рассматривается роль ядерной энергетики в мировом балансе генерации электроэнергии. Описано современное состояние ядерной энергетики в России и мире. Работа с базой данных МАГАТЭ по энергетическим реакторам PRIS. Тема 2. Современные и перспективные типы ядерных энергетических установок. Рассмотрены различные типы классификации ядерных реакторов. Основные технологические особенности современных ядерных энергетических установок. Рассмотрены перспективные проекты ядерных реакторов. Тема 3. Элементы ядерной физики. Теоретический ликбез по основам ядерной физики. Процессы взаимодействия нейтронов с веществом. Ядерные данные. Система ядерной информации JANIS. Тема 4. Основы физической теории ядерных реакторов. Элементы теории переноса нейтронов в размножающих средах. Основные принципы и подходы при проведении нейтронно-физических расчетов ядерных реакторов. Приведены теоретические основы физической теории ядерных реакторов. Тема 5. Тепловые схемы и термодинамические циклы АЭС. Основы технической термодинамики. Термодинамические циклы АЭС, классификация, основы построения T-S диаграмм. Тепловые схема АЭС. Тема 6. Теплогидравлические процессы в активных зонах ядерных реакторов. Основные принципы и подходы при проведении тепловых расчетов АЭС. Основы теории теплообмена. Физические принципы и основы теплогидравлических расчетов активных зон ядерных реакторов Тема 7. Виртуальная лабораторная работа «Определение критического размера реактора». Виртуальные измерения, обработка и интерпретация пространственных распределений плотности потока нейтронов в уран-графитовой подкритической сборке со статическим источником нейтронов, определение параметров критического уран-графитового реактора. Тема 8. Виртуальная лабораторная работа «Измерение пространственных распределений плотности потока	Всего аудиторных часов		
		0	0	0
		Онлайн		
		32 (ЭК, ВМ)	32 (ЭК, ВМ)	0

	нейтронов». Виртуальные измерения, обработка и интерпретация пространственных распределений плотности потока нейтронов в уран-водной подкритической сборке со статическим источником нейтронов и изучение зависимости материального параметра от шага решётки.			
--	--	--	--	--

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>2 Семестр</i>
1 - 2	<p>Тема 1. Потребности в энергии и пределы роста энергопотребления</p> <p>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 электроэнергии 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.</p>
3 - 4	<p>Тема 2. Эффективность инвестиций в энергетику и стоимость электроэнергии.</p> <p>Инвестиционные проекты. Критерии экономической эффективности энергетических проектов (рекомендации ЮНИДО). Влияние капитальных и эксплуатационных затрат на критерии эффективности инвестиций. Взаимосвязи критериев эффективности инвестиций. Приведенная стоимость единицы продукции инвестиционного проекта. Приведенная стоимость электроэнергии. Составляющие стоимости электроэнергии (капитальная, топливная, операционная и др.). Влияние показателей изменчивости спроса на электроэнергию и аварийности электростанций на цену электроэнергии. Экономические условия саморазвития ядерной энергетики.</p>

5 - 7	<p>Тема 3. Энергетические ресурсы и их влияние на экономику стран.</p> <p>Возобновляемые и не возобновляемые источники энергии. Углеводородное топливо (уголь, нефть, газ, торф). Распределение ресурсов по странам и себестоимость добычи углеводородного топлива. Экономика тепловых электростанций и их экологические проблемы. Экономические причины и физические методы повышения КПД паротурбинных циклов (цикл Ренкина). Особенности свойств воды как рабочего тела паротурбинных циклов. Гидроэнергия и оценки мощности ГЭС. Крупнейшие ГЭС и их экологические проблемы. Геофизическая энергия (ветер, приливы, геотермальные источники).</p> <p>Экономика солнечной энергетики. Спектр солнечного излучения. Солнечные тепловые и фотовольтаические электростанции. Экономические и экологические проблемы солнечных электростанций. Ядерная энергетика. Изотопы урана, плутония и тория. Реакция деления ядер урана. Ресурсы и рыночные цены природного урана. Роль реакций ядерного бридинга в увеличении ресурсов ядерного топлива. Схема АЭС. Конструкция и инженерно-экономические параметры корпусных энергетических ядерных реакторов (ВВЭР, PWR, BWR), канальных ядерных реакторов (CANDU, РБМК), ядерных реакторов на быстрых нейтронах (БН, СВБР, БРЕСТ). Термоядерный синтез. Основные реакции термоядерного синтеза. Критерий Лоусона самоподдерживающейся реакции синтеза. Термоядерные реакторы с магнитным и инерционным удержанием плазмы. Сравнительные характеристики первичных источников энергии (по калорийности, ресурсам, влиянию на экологию и климат, по стоимости электроэнергии и масштабах инвестиций, по потребностям в материалах, землеотводе и воде). Модель динамики исчерпания не возобновляемых ресурсов углеводородов, урана и технологических металлов. Смена технологических укладов в экономике.</p>
8	<p>Тема 4. Экономика передачи энергии на расстояние.</p> <p>Экономические критерии транспорта энергии. Экономика линий электропередач. Роль повышения напряжения в ЛЭП для сокращения потерь электроэнергии. Задача о минимизации приведенных затрат на передачу электроэнергии (Задача Кельвина). Экономика трубопроводного транспорта нефти и газа. Капитальные и эксплуатационные затраты на трубопроводный транспорт. Минимизация приведенных затрат на трубопроводный транспорт (Задача В.Г. Шухова об оптимальном диаметре трубопровода). Экономика транспортировки нефти и сжиженного газа танкерами. Перспективы атомного флота и северного морского пути. Экономика железнодорожного и автомобильного транспорта энергии. Транспорт ядерных</p>

	материалов.
9 - 10	<p>Тема 5. Цифровая трансформация ядерной отрасли. Ключевые технологии концепций «Индустрии 4.0» и «Общество 5.0». Различия цифровизации физических и бизнес-процессов. Искусственный интеллект, информационные системы, управление данными и др. Внутренние и внешние предпосылки цифровизации ядерной отрасли. Единая цифровая стратегия ГК «Росатом».</p> <p>Управление требованиями и конфигурацией для обеспечения единства и соответствия проектной документации требованиям заказчика, проектировщиков и строителей. Единое информационное пространство проектирования, сооружения и эксплуатации АЭС на основе технологий Multi-D. Цифровой двойник АЭС.</p>
11	<p>Тема 6. Цифровой инструментарий для моделирования энергетики. Инструментальные средства МАГАТЭ/ИНПРО (NEST, MESSAGE-NES, KIND-ET, ROADMAPS-ET). Отраслевые программные средства инженерно-экономического моделирования многокомпонентных ядерно-энергетических систем. Единый инструмент управления стоимостью и сроками проектов сооружения объектов использования ядерной энергии. Программный комплекс ядерного топливного цикла (АТЭК-ЯТЦ). Код CYCLE – инструмент системного анализа ЯТЦ. Программный комплекс СМАК. Интеллектуальная технология управления разработкой месторождений урана «Умный полигон».</p>
12	<p>Тема 7. Имитационная модель мирового рынка продукции ядерного топливного цикла. Экономико-математическое моделирование взаимодействия экономических агентов мирового рынка ядерной энергетики. Применение нечеткой логики для моделирования экономических отношений. Результаты моделирования рынка урановых продуктов.</p> <p>Влияние цифровизации ядерной отрасли на снижение стоимости и сроков сооружения АЭС и повышения конкурентоспособности АЭС отечественного дизайна на глобальном рынке урана.</p>
13 - 15	<p>Тема 8. Интеллектуальная энергетика. Энергетика будущего. Структура производства и потребления энергии в условиях массового развития возобновляемой энергетики. Гибридная модель энергетической системы. Критерии эффективности инвестиций в гибридную энергосистему. Роль цифровизации в децентрализации энергетики. Виртуальные электростанции. Смарт-грид (умные электросети). Технологии блокчейн в энергетике. Торговля электроэнергией. Политика энергосбережения и стратегии развития мировой и российской энергетики.</p>

1 - 15

Онлайн-курс "Основы энергетических ядерных технологий"

Онлайн-курс "Основы энергетических ядерных технологий"

Тема 1. Введение в курс. Рассматривается роль ядерной энергетики в мировом балансе генерации электроэнергии. Описано современное состояние ядерной энергетики в России и мире. Работа с базой данных МАГАТЭ по энергетическим реакторам PRIS.

Тема 2. Современные и перспективные типы ядерных энергетических установок. Рассмотрены различные типы классификации ядерных реакторов. Основные технологические особенности современных ядерных энергетических установок. Рассмотрены перспективные проекты ядерных реакторов.

Тема 3. Элементы ядерной физики. Теоретический ликбез по основам ядерной физики. Процессы взаимодействия нейтронов с веществом. Ядерные данные. Система ядерной информации JANIS.

Тема 4. Основы физической теории ядерных реакторов. Элементы теории переноса нейтронов в размножающих средах. Основные принципы и подходы при проведении нейтронно-физических расчетов ядерных реакторов. Приведены теоретические основы физической теории ядерных реакторов.

Тема 5. Тепловые схемы и термодинамические циклы АЭС. Основы технической термодинамики.

Термодинамические циклы АЭС, классификация, основы построения T-S диаграмм. Тепловая схема АЭС.

Тема 6. Теплогидравлические процессы в активных зонах ядерных реакторов. Основные принципы и подходы при проведении тепловых расчетов АЭС. Основы теории теплообмена. Физические принципы и основы теплогидравлических расчетов активных зон ядерных реакторов

Тема 7. Виртуальная лабораторная работа «Определение критического размера реактора». Виртуальные измерения, обработка и интерпретация пространственных распределений плотности потока нейтронов в уран-графитовой подкритической сборке со статическим источником нейтронов, определение параметров критического уран-графитового реактора.

Тема 8. Виртуальная лабораторная работа «Измерение пространственных распределений плотности потока нейтронов». Виртуальные измерения, обработка и интерпретация пространственных распределений плотности потока нейтронов в уран-водной подкритической сборке со статическим источником нейтронов и изучение зависимости материального параметра от шага решетки.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями образовательного стандарта по направлению подготовки реализация компетентностного 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 используются технические средства обучения (электронные презентации, занятия с визуализацией и выходом в Интернет). На аудиторных 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.

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-15, Т-8, Т-15
	У-ПК-2.1	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	В-ПК-2.1	З, КИ-15, Т-15
ПК-2.2	З-ПК-2.2	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	У-ПК-2.2	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	В-ПК-2.2	З, КИ-15, Т-15
ПК-2.3	З-ПК-2.3	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	У-ПК-2.3	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	В-ПК-2.3	З, КИ-15, Т-15
ПК-3	З-ПК-3	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	У-ПК-3	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	В-ПК-3	З, КИ-15, Т-15
ПК-4	З-ПК-4	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	У-ПК-4	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	В-ПК-4	З, КИ-15, Т-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 – <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	3 – <i>«удовлетворительно»</i>	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			
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:

1. ЭИ Т 11 Атомные электрические станции с реакторами ВВЭР-1000 : Допущено Учебно-методическим объединением вузов России по образованию в области энергетике 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. ЭИ С 79 Тепловые и атомные электрические станции : Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов России по образованию в области энергетики и электротехники в качестве учебника для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Теплоэнергетика", Москва: МЭИ, 2020

3. ЭИ Ц 75 Цифровая трансформация экономики : учеб. пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2020

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Н 602 Атомная энергетика Мира и России. Состояние и развитие. 1970-2018-2040 (2050) гг : монография, Москва: МЭИ, 2020

2. ЭИ Х 18 Атомная энергетика: развитие, безопасность, международное сотрудничество : монография, Москва: МЭИ, 2019

3. 33 X20 Динамика развития ядерной энергетики. Экономико-аналитические модели : , Москва: НИЯУ МИФИ, 2014

4. 621.039 X 20 Долгосрочные тренды исчерпания традиционных энергетических ресурсов и перспективы ядерной энергетики : монография, Москва: НИЯУ МИФИ, 2016

5. ЭИ О 753 Основы современной энергетики : в 2 т. Том 2. Современная электроэнергетика : Допущено Учебно-методическим объединением вузов России по образованию в области энергетики и электротехники в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки "Теплоэнергетика", "Электроэнергетика", "Энергомашиностроение", Москва: МЭИ, 2019

6. 33 Г51 Экономика и бизнес в электроэнергетике : междисциплинарный учебник, Москва: Экономика, 2014

7. ЭИ Л 93 Экономика и управление в энергетике : Учебник для магистров, Москва: Юрайт, 2017

8. 620 X20 Энергетика. Техничко-экономические основы : учебное пособие для вузов, В. В. Харитонов, Москва: МИФИ, 2007

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. на национальной платформе «Открытое образование» (<https://openedu.ru/course/mephi>)

2. Система электронного обучения ИНФОМИФИСТ (<http://portelai.mephi.ru/kaf2/072/>)

3. Официальный сайт Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» (<https://www.rosatom.ru/>)

4. Официальный сайт АО «Атомэнергпром» (<http://atomenergoprom.ru/>)

5. Официальный сайт АО «Техснабэкспорт» (<https://www.tenex.ru/>)
 6. Официальный сайт АО «Атомстройэкспорт» (<https://ase-ec.ru/>)
 7. Официальный сайт АО "ТВЭЛ" (<https://tvel.ru/>)
 8. Официальный сайт АО "Атомредметзолото" (<https://www.armz.ru/>)
 9. Официальный сайт Института энергетических исследований Российской академии наук (ИНЭИ РАН) (<https://www.eriras.ru/>)
 10. Официальный сайт Института народнохозяйственного прогнозирования РАН (<https://ecfor.ru/>)
 11. Официальный сайт Международного агентства по атомной энергии МАГАТЭ (IAEA) (<https://www.iaea.org/ru>)
 12. Официальный сайт Всемирной ядерной ассоциации (WNA) (<https://www.world-nuclear.org/>)
 13. Официальный сайт Международного энергетического агентства (International Energy Agency) (<https://www.iea.org/>)
 14. Официальный сайт Агентства по ядерной энергии (National Education Association) (<https://www.oecd-nea.org/>)
 15. Официальный сайт Министерства энергетики США (DOE) (<http://www.energy.gov/>)
 16. Официальный сайт URENCO Group (<https://www.urencogroup.com/>)
 17. Официальный сайт американской многоотраслевой корпорации General Electric (<https://www.ge.com/>)
- <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

Методические рекомендации студентам по изучению дисциплины «Экономика и цифровые технологии энергетики»:

Во время лекции по дисциплине «Экономика и цифровые технологии энергетики» 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 выделять главное и фиксировать основные моменты.

Методические рекомендации по организации работы студента на практических занятиях:

Наряду с прослушиванием лекций по курсу «Экономика и цифровые технологии энергетики» важное место в учебном процессе занимают практические занятия, призванные закреплять полученные студентами теоретические знания. Перед практическим занятием студенту необходимо восстановить в памяти теоретический материал по теме практического занятия. Для этого следует обратиться к первоисточникам, 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 различных заданий.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студента:

Для эффективного достижения указанных выше целей обучения по дисциплине «Экономика и цифровые технологии энергетики» процесс изучения материала курса предполагает достаточно интенсивную работу не только на аудиторных занятиях, но и с различными текстами и информационными ресурсами в ходе самостоятельной работы. Самостоятельная работа студентов предусматривает: ознакомление с рекомендованной литературой и презентациями лекций, в том числе с использованием Интернет; повторение пройденного на лекциях материала; работу над электронными тестами; решение задач; разработку и подготовку презентации. Преподаватель оценивает самостоятельную работу студентов по их участию на аудиторных занятиях: активности студентов в дискуссиях; по правильности решения задач, проверки правильности выполнения тестов. По результатам работы студента на 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».

Подготовка к зачету и порядок его проведения

Итоговой формой контроля знаний студентов в семестре по курсу является зачет. Перед проведением зачета студенту необходимо восстановить в памяти теоретический материал по всем темам курса. Для этого следует обратиться к соответствующим главам учебника, конспекту лекций и другим источникам. Зачет по курсу проводится в форме устного собеседования по вопросам к зачету. Вопросы к зачету должны в обязательном порядке охватывать все дидактические единицы дисциплины «Экономика и цифровые технологии энергетики».

Зачет определяется на основе суммы баллов, полученных по всем разделам по результатам работы при условии, что студент набрал количество баллов не менее зачетного минимума. Так зачет проставляется если студент в сумме набрал от 60-100 баллов. Не зачет - ниже 60 баллов.

Сумма баллов Зачет Оценка (ECTS) Градация

90 - 100 зачтено А отлично

85 - 89 зачтено В очень хорошо

75 - 84 зачтено С хорошо

70 - 74 зачтено D хорошо

65 - 69 зачтено D удовлетворительно

60 - 64 зачтено Е 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.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Методические рекомендации для преподавателя по организации изучения дисциплины «Экономика и цифровые технологии энергетики»:

Целью методических рекомендаций являются формирование теоретико-методологических знаний и закрепление профессиональных навыков в области решения управленческих задач в различных сферах государственной, корпоративной и общественной деятельности на основе учета закономерностей становления и развития цифровой экономики, общих свойств информации и особенностей управленческих процессов.

Методологические подходы к изучению дисциплины «Экономика и цифровые технологии энергетики»:

- Направленность обучения на получение студентами качественных знаний, которые являются средством развития экономического мышления, экономической культуры, основой экономического воспитания и поведения, будущего практического применения в различных сферах профессиональной деятельности.

- Реализация возможностей студентов в процессе выявления дискуссионных вопросов и комплексных проблем, определения взаимосвязей, анализа разнообразной информации.

- Развитие самостоятельности и способности принятия эффективных решений, определения выбора тех или иных действий с точки зрения их результативности.

Средства обеспечения освоения дисциплины «Экономика и цифровые технологии энергетики»:

Общий подход к реализации всего программного комплекса предполагает широкое использование активных методических форм преподавания материала.

Необходимо также обратить внимание на сочетание различных форм и методов обучения, включая лекционную форму подачи наиболее фундаментальных положений, изложение доступного материала в виде непрерывного диалога, проведение практикумов, закрепляющих полученные теоретические знания посредством конкретных расчетов и принятия решений, проведение конкурсов среди учащихся по мере прохождения крупных разделов.

При изучении курса рекомендуется широко использовать наглядные пособия (плакаты, модели и т.п.), презентации, фрагменты учебных кинофильмов по отдельным разделам дисциплины и обучающие программы.

Формы проведения учебных занятий:

- Практикумы (теоретические и практические задания).

- Тестовые задания.

Педагогические функции преподавания дисциплины реализуются через совокупность педагогических приемов. В качестве основных можно выделить следующие:

Дидактические (способность к передаче знаний в краткой и интересной форме, т. е. умение делать учебный материал доступным для студентов, опираясь на взаимосвязь теории и практики, учебного материала и реальной экономической действительности).

Рефлексивно-гностические (способность понимать студентов, базирующаяся на интересе к ним и личной наблюдательности; самостоятельный и творческий склад мышления; находчивость или быстрая и точная ориентировка).

Интерактивно-коммуникативные (педагогически волевое влияние на студентов, требовательность, педагогический такт, организаторские способности, необходимые как для обеспечения работы самого преподавателя, так и для создания хорошего психологического климата в учебной группе).

Речевые (содержательность, яркость, образность и убедительность речи преподавателя; способность ясно и четко выражать свои мысли и чувства с помощью речи, а также мимики и жестов).

Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная дисциплина должна быть обеспечена учебно-методической документацией и материалами, включая электронные версии книг, конспекта лекций, презентаций лекций, содержание которых представлено в системе электронного обучения ИНФО-МИФИСТ. Каждый студент имеет свой логин и пароль для входа в систему электронного обучения ИНФО-МИФИСТ в режиме свободного доступа для студентов. Доступ студентов для самостоятельной подготовки осуществляется через компьютеры дисплейного класса (в стандартной комплектации) и через компьютеры удаленного доступа .

Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

Методически обосновано изучать дисциплину в аудитории на лекциях и практических занятиях. Целесообразно для увеличения времени проработки важных тем предусмотреть рассмотрение отдельных вопросов в форме дискуссий и диспутов. Кроме того, необходимо предусмотреть дополнительные консультации по сложным темам.

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.