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

ФАКУЛЬТЕТ БИЗНЕС–ИНФОРМАТИКИ И УПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫМИ СИСТЕМАМИ

КАФЕДРА УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЕКТАМИ

ОДОБРЕНО НТС ИФИБ

Протокол № 3.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ЭКОНОМИКА И ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭНЕРГЕТИКИ (ВКЛЮЧАЯ ЯДЕРНУЮ)

Направление подготовки (специальность)
[1] 12.03.04 Биотехнические системы и технологии
[2] 03.03.02 Физика

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**
1, 2, 3, 4	1	36	24	0	0		12	0	З
Итого	1	36	24	0	0	0	12	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. На занятиях используется 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 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 обущающихся, 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

Дициплина 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. Данный курс необходим для успешного выполнения студентами научно-исследовательских и учебно-исследовательских работ, 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
УК-2 [1, 2] – Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	З-УК-2 [1, 2] – Знать: виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач; действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность У-УК-2 [1, 2] – Уметь: проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения; анализировать альтернативные варианты решений для достижения намеченных результатов; использовать нормативно-правовую документацию в сфере профессиональной деятельности В-УК-2 [1, 2] – Владеть: методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта, навыками работы с нормативно-правовой документацией
УКЦ-1 [1, 2] – Способен в цифровой среде использовать различные цифровые средства, позволяющие во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей	З-УКЦ-1 [1, 2] – Знать: современные информационные технологии и цифровые средства коммуникации, в том числе отечественного производства, а также основные приемы и нормы социального взаимодействия и технологии межличностной и групповой коммуникации с использованием дистанционных технологий У-УКЦ-1 [1, 2] – Уметь: выбирать современные информационные технологии и цифровые средства коммуникации, в том числе отечественного производства, а также устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе и применять основные методы и нормы социального взаимодействия для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды с использованием дистанционных технологий В-УКЦ-1 [1, 2] – Владеть: навыками применения современных информационных технологий и цифровых средств коммуникации, в том числе отечественного производства, а также методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде с использованием дистанционных технологий
УКЦ-2 [1, 2] – Способен искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для	З-УКЦ-2 [1, 2] – Знать: методики сбора и обработки информации с использованием цифровых средств, а также актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности, принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности У-УКЦ-2 [1, 2] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; с использованием цифровых средств, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, и решать

решения задач	стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности В-УКЦ-2 [1, 2] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации с использованием цифровых средств для решения поставленных задач, навыками подготовки обзоров, аннотаций, составления рефератов, научных докладов, публикаций и библиографии по научно-исследовательской работе с использованием цифровых средств и с учетом требований информационной безопасности
УКЦ-3 [1, 2] – Способен ставить себе образовательные цели под возникающие жизненные задачи, подбирать способы решения и средства развития (в том числе с использованием цифровых средств) других необходимых компетенций	З-УКЦ-3 [1, 2] – Знать: основные приемы эффективного управления собственным временем, основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни с использованием цифровых средств У-УКЦ-3 [1, 2] – Уметь: эффективно планировать и контролировать собственное время, использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения в течение всей жизни с использованием цифровых средств В-УКЦ-3 [1, 2] – Владеть: методами управления собственным временем, технологиями приобретения. использования и обновления социокультурных и профессиональных знаний, умений, и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни с использованием цифровых средств

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	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

	отношения к профессиональной деятельности, труду (В14)	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. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплины «Экономика и управление в промышленности на основе инновационных подходов к управлению конкурентоспособностью», «Юридические основы профессинальной деятельности» для: - формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры информационной безопасности (В23)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирование базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с

		информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уроне пользователям.

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	3 Семестр						
1	Раздел 1. Экономика и социально-экономическая роль энергетики	1-8	12/0/0	Т-8 (20)	25	КИ-8	З-УК-2, У-УК-2, В-УК-2, З-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1, З-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2, З-УКЦ-3, У-УКЦ-3, В-УКЦ-3
2	Раздел 2. Цифровые технологии в энергетике	9-15	12/0/0	Т-15 (20)	25	КИ-15	З-УК-2, У-УК-2, В-УК-2, З-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1, З-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2, З-УКЦ-3, У-УКЦ-3, В-УКЦ-3
	Итого за 3 Семестр		24/0/0		50		
	Контрольные мероприятия за 3 Семестр				50	З	З-УК-2, У-УК-2, В-УК-2, З-УКЦ-1, У-УКЦ-1,

							В-УКЦ-1, З-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2, З-УКЦ-3, У-УКЦ-3, В-УКЦ-3

* – 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

Недели	**Темы занятий / Содержание**	**Лек., час.**	**Пр./сем., час.**	**Лаб., час.**
	3 Семестр	24	0	0
1-8	**Раздел 1. Экономика и социально-экономическая роль энергетики**	12	0	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. Топливно-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 3 Онлайн 0	0 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 (капитальная, топливная, операционная и др.). Влияние показателей изменчивости спроса на электроэнергию и аварийности электростанций на цену электроэнергии.	Всего аудиторных часов 3 Онлайн 0	0 0	0 0

	Экономические условия саморазвития ядерной энергетики.			
5 - 7	**Тема 3. Энергетические ресурсы и их влияние на экономику стран.** 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). 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, влиянии 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.	Всего аудиторных часов		
		4	0	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		
		2	0	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**	12	0	0
9 - 10	**Тема 5. Цифровая трансформация ядерной отрасли.** Ключевые технологии концепций «Индустрии 4.0» и «Общество 5.0». Различие 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 3 Онлайн 0	0 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 Онлайн 0	0 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 2 Онлайн 0	0 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 3 Онлайн 0	0 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		
		3	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
	4 Семестр	24	0	0
1-8	**Раздел 1. Экономика и социально-экономическая роль энергетики**	12	0	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. Топливно-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		
		3	0	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 (капитальная, топливная, операционная и др.). Влияние показателей изменчивости спроса на электроэнергию и аварийности электростанций на цену электроэнергии. Экономические условия саморазвития ядерной энергетики.	Всего аудиторных часов		
		3	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 7	**Тема 3. Энергетические ресурсы и их влияние на экономику стран.** 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). Экономика солнечной энергетики. Спектр солнечного излучения. Солнечные тепловые и фотовольтаические	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
		0	0	0

	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, влиянии 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.			
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 и северного морского пути. Экономика железнодорожного и автомобильного транспорта энергии. Транспорт ядерных материалов.	Всего аудиторных часов 2 Онлайн 0	0 0	0 0
9-15	**Раздел 2. Цифровые технологии в энергетике**	12	0	0
9 - 10	**Тема 5. Цифровая трансформация ядерной отрасли.** Ключевые технологии концепций «Индустрии 4.0» и «Общество 5.0». Различие 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 3 Онлайн 0	0 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	0	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		
		2	0	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 электросети). Технологии блокчейн в энергетике. Торговля электроэнергией.	Всего аудиторных часов		
		3	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	**Заключительная лекция.** Политика энергосбережения и стратегии развития мировой и российской энергетики.	Всего аудиторных часов		
		3	0	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

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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.

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)**
УК-2	З-УК-2	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	У-УК-2	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	В-УК-2	З, КИ-8, КИ-15, Т-15
УКЦ-1	З-УКЦ-1	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	У-УКЦ-1	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	В-УКЦ-1	З, КИ-8, КИ-15, Т-15
УКЦ-2	З-УКЦ-2	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	У-УКЦ-2	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	В-УКЦ-2	З, КИ-8, КИ-15, Т-15
УКЦ-3	З-УКЦ-3	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	У-УКЦ-3	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	В-УКЦ-3	З, КИ-8, 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:

<table>
<tr><th>Сумма баллов</th><th>Оценка по 4-ех балльной шкале</th><th>Оценка ECTS</th><th>Требования к уровню освоению учебной дисциплины</th></tr>
<tr><td>90-100</td><td>5 – «отлично»</td><td>A</td><td>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.</td></tr>
<tr><td>85-89</td><td rowspan="3">4 – «хорошо»</td><td>B</td><td rowspan="3">Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.</td></tr>
<tr><td>75-84</td><td>C</td></tr>
<tr><td>70-74</td><td rowspan="2">D</td></tr>
<tr><td>65-69</td><td rowspan="2">3 – «удовлетворительно»</td><td rowspan="2">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.</td></tr>
<tr><td>60-64</td><td>E</td></tr>
<tr><td>Ниже 60</td><td>2 – «неудовлетворительно»</td><td>F</td><td>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.</td></tr>
</table>

8. 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 знергетики и злектротехники в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по специальности "Атомные электрические станции и установки" направления подготовки "Техническая физика", Тевлин С.А., 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", Стерман Л.С., Лавыгин В.М., Тишин С.Г., Москва: МЭИ, 2020

3. ЭИ Ц 75 Цифровая трансформация экономики : учеб. пособие, Иванов И.А. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2020

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

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

2. ЭИ Х 18 Атомная энергетика: развитие, безопасность, международное сотрудничество : монография, Ларина С.В., Хамаза А.А., Ковалевич О.М., Москва: МЭИ, 2019

3. 33 Х20 Динамика развития ядерной энергетики. Экономико-аналитические модели : , Харитонов В.В., Москва: НИЯУ МИФИ, 2014

4. 621.039 Х 20 Долгосрочные тренды исчерпания традиционных энергетических ресурсов и перспективы ядерной энергетики : монография, Харитонов В.В., Кабашев К.В., Маликов Р.Р., 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", Бурман А.П., Строев В.А., Москва: МЭИ, 2019

6. 33 Г51 Экономика и бизнес в электроэнергетике : междисциплинарный учебник, Гительман Л.Д., Ратников Б.Е., Москва: Экономика, 2014

7. ЭИ Л 93 Экономика и управление в энергетике : Учебник для магистров, Любимова Н. Г. [и др.], Москва: Юрайт, 2017

8. 620 Х20 Энергетика. Технико-экономические основы : учебное пособие для вузов, Харитонов В.В., Москва: МИФИ, 2007

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. Система электронного обучения ИНФОМИФИСТ (http://porteai.mephi.ru/kaf2/072/)

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

3. Официальный сайт АО «Атомэнергопром» (http://atomenergoprom.ru/)

4. Официальный сайт АО «Техснабэкспорт» (https://www.tenex.ru/)

5. Официальный сайт АО «Атомстройэкспорт» (https://ase-ec.ru/)

6. Официальный сайт АО "ТВЭЛ" (https://tvel.ru/)

7. Официальный сайт АО "Атомредметзолото" (https://www.armz.ru/)

8. Официальный сайт Института энергетических исследований Российской академии наук (ИНЭИ РАН) (https://www.eriras.ru/)

9. Официальный сайт Института народнохозяйственного прогнозирования РАН (https://ecfor.ru/)

10. Официальный сайт Международного агентства по атомной энергии МАГАТЭ (IAEA) (https://www.iaea.org/ru)

11. Официальный сайт Всемирной ядерной ассоциации (WNA) (https://www.world-nuclear.org/)

12. Официальный сайт Международного энергетического агентства (International Energy Agency) (https://www.iea.org/)

13. Официальный сайт Агентства по ядерной энергии (National Education Association) (https://www.oecd-nea.org/)

14. Официальный сайт Министерства энергетики США (DOE) (http://www.energy.gov/)

15. Официальный сайт URENCO Group (https://www.urenco.com/)

16. Официальный сайт американской многоотраслевойкорпорации General Electric (https://www.ge.com/)

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

Во время лекции по дисциплине 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».

На лекциях периодически проводится письменный опрос (тестирование) студентов по материалам лекций. Подборка вопросов для тестирования осуществляется на основе изученного теоретического материала. Такой подход позволяет не только контролировать уровень усвоения теоретического материала, но и организовать эффективный контроль посещаемости занятий на потоковых лекциях.

Методические рекомендации по организации работы студента на практических занятиях

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 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.

По истечении времени, необходимого для решения задачи, один из студентов вызывается для её выполнения на доске.

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

Для эффективного достижения указанных выше целей обучения 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 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 контрольных заданий.

Подготовка к зачету и порядок его проведения

Итоговой формой контроля знаний студентов 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 может быть проведен в традиционной устной форме. В качестве методической помощи студентам при подготовке к зачету рекомендуется перечень вопросов для подготовки к зачету. Зачет по курсу может быть проведен также в письменной форме: в форме письменных ответов на вопросы (на усмотрение преподавателя). Вопросы должны в обязательном порядке охватывать все дидактические единицы дисциплины. Форма проведения зачета сообщается студентам на последних занятиях.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

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

- 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.

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, презентации, фрагменты учебных кинофильмов по отдельным разделам дисциплины и обучающие программы.

Формы проведения учебных занятий:

• Практикумы (теоретические и практические задания).

• Ситуационные (творческие) задачи, вопросы для обсуждения (закрепление представлений учащихся об экономических понятиях и явлениях, навыков формирования конструктивных и конкретных вопросов).

• Тестовые задания (тестирование).

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).

При выполнении заданий, самостоятельных работ и подготовке учебно-методических комплексов предусматривается применение ПК. Возможно обращение к сети Интернет.

Методически обосновано изучать дисциплину в аудитории на лекциях и практических занятиях. Для наиболее эффективного изучения предусмотрена самостоятельная проработка студентами отдельных тем, освоение которых проверяется при защите творческой работы. Целесообразно для увеличения времени проработки важных тем предусмотреть рассмотрение отдельных вопросов в форме дискуссий и диспутов, на конференциях. 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.