

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

УМС ИЯФИТ Протокол №01/08/24-573.1 от 30.08.2024 г.

УМС ЛАПЛАЗ Протокол №1/08-577 от 29.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ЭКОНОМИКА И ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭНЕРГЕТИКИ (ВКЛЮЧАЯ ЯДЕРНУЮ)

Направление подготовки
(специальность)

- [1] 03.03.01 Прикладные математика и физика
[2] 14.03.02 Ядерные физика и технологии
[3] 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
[4] 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

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	3
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. 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 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 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 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, 3, 4] – 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, 3, 4] – 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, 3, 4] – 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, 3, 4] – 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, 3, 4] – Способен в цифровой среде использовать различные цифровые средства, позволяющие во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей	З-УКЦ-1 [1, 2, 3, 4] – 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, 3, 4] – 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, 3, 4] – 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, 3, 4] – 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, 3, 4] – 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, 3, 4] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; с использованием цифровых средств, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, и

решения задач	решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности В-УКЦ-2 [1, 2, 3, 4] – 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, 3, 4] – 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	3-УКЦ-3 [1, 2, 3, 4] – 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, 3, 4] – 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, 3, 4] – 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,	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,

	ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (B14)	стремления следовать нормам 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 профессиональной 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 (B18)	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 (B23)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования 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/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>1 Семестр</i>						
1	Раздел 1. Экономика и социально-экономическая роль энергетики	1-8	12/0/0		25	КИ-8	3-УК-2, У-УК-2, 3-УКЦ-1, У-УКЦ-1, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, 3-УКЦ-3, У-УКЦ-3
2	Раздел 2. Цифровые технологии в энергетике	9-16	12/0/0		25	КИ-16	3-УК-2, У-УК-2, В-УК-2, 3-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2, 3-УКЦ-3, У-УКЦ-3, В-УКЦ-3
	<i>Итого за 1 Семестр</i>		24/0/0		50		
	Контрольные мероприятия за 1 Семестр				50	3	3-УК-2, У-УК-2, В-УК-2, 3-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, 3-УКЦ-3, У-УКЦ-3

							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
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>1 Семестр</i>	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. 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		
		З	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		
		З	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 7	Тема 3. Энергетические ресурсы и их влияние на экономику стран.	Всего аудиторных часов		
		4	0	0

	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 масштабам инвестиций, по потребностям в материалах, землеотводе и воде). Модель динамики истощения не возобновляемых ресурсов углеводородов, урана и технологических металлов. Смена технологических укладов в экономике.	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 и северного морского пути. Экономика железнодорожного и автомобильного транспорта энергии. Транспорт ядерных материалов.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	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». 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		
		3	0	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	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		
		1	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 - 16	Заключительная лекция. Политика энергосбережения и стратегии развития	Всего аудиторных часов		
		3	0	0

	мировой и российской энергетики.	Онлайн		
		0	0	0
	2 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. 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		
		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 электростанции. Экономические и экологические проблемы солнечных электростанций. Ядерная энергетика. Изотопы урана, плутония и тория. Реакция деления ядер урана. Ресурсы и рыночные цены	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
		0	0	0

	природного урана. Роль реакций ядерного бридинга в увеличении ресурсов ядерного топлива. Схема АЭС. Конструкция и инженерно-экономические параметры корпусных энергетических ядерных реакторов (ВВЭР, РWR, 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 истощения 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	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	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». 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		
		3	0	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	Всего аудиторных часов		
		1	0	0
		Онлайн		
		0	0	0

	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».			
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	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 - 16	Заключительная лекция. Политика энергосбережения и стратегии развития мировой и российской энергетики.	Всего аудиторных часов		
		3	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
	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. 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		
		3	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	Тема 2. Эффективность инвестиций в энергетику и	Всего аудиторных часов		

	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.	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. 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, РWR, 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 истощения не возобновляемых ресурсов угледородов, 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 и северного морского пути. Экономика железнодорожного и автомобильного транспорта энергии. Транспорт ядерных материалов.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	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». 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		
		3	0	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	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	Всего аудиторных часов		
		1	0	0
		Онлайн		
		0	0	0

	стоимости и сроков сооружения АЭС и повышения конкурентоспособности АЭС отечественного дизайна на глобальном рынке. урана.			
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 - 16	Заключительная лекция. Политика энергосбережения и стратегии развития мировой и российской энергетики.	Всего аудиторных часов		
		3	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
	<i>4 Семестр</i>	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. 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		
		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. Угледородное топливо (уголь, нефть, газ, торф).	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
		0	0	0

	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.			
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	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Раздел 2. Цифровые технологии в энергетике	12	0	0
9 - 10	Тема 5. Цифровая трансформация ядерной отрасли. Ключевые технологии концепций «Индустрии 4.0» и	Всего аудиторных часов		
		3	0	0

	«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.	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	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		
		1	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 - 16	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

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.

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-16
	У-УК-2	З, КИ-8, КИ-16
	В-УК-2	З, КИ-16
УКЦ-1	З-УКЦ-1	З, КИ-8, КИ-16

	У-УКЦ-1	3, КИ-8, КИ-16
	В-УКЦ-1	3, КИ-16
УКЦ-2	3-УКЦ-2	3, КИ-8, КИ-16
	У-УКЦ-2	3, КИ-8, КИ-16
	В-УКЦ-2	3, КИ-16
УКЦ-3	3-УКЦ-3	3, КИ-8, КИ-16
	У-УКЦ-3	3, КИ-8, КИ-16
	В-УКЦ-3	3, КИ-16

Шкалы оценки образовательных достижений

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

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – <i>«отлично»</i>	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – <i>«хорошо»</i>	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	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.

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 энергетики и электротехники 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 истощения 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. Техничко-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://portei.mephi.ru/kaf2/072/>)
 2. Официальный сайт Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» (<https://www.rosatom.ru/>)
 3. Официальный сайт АО «Атомэнергпром» (<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-neo.org/>)
 14. Официальный сайт Министерства энергетики США (DOE) (<http://www.energy.gov/>)
 15. Официальный сайт URENCO Group (<https://www.urengo.com/>)
 16. Официальный сайт американской многоотраслевой корпорации 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

Методические рекомендации студентам по изучению данной дисциплины :

Во время лекции 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 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 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 университета .

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 учебной дисциплины .

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. Незачет - 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 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

Во время лекции 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.

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. Незачет - ниже 60 баллов.

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.

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.