

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ТЕПЛОФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/0821-573.1

от 31.08.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АЭС (DESIGN OF NPP)

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.04.02 Ядерные физика и технологии

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, экс./зач./КР/КП
1	2	72	16	16	0	40	0	З
2	2	72	15	15	0	6	0	Э
Итого	4	144	31	31	0	31	0	

АННОТАЦИЯ

Целью освоения дисциплины является подготовка студентов к решению инженерных задач на основе строгих научных методов. Приводятся примеры и углубленно изучается ряд вопросов, составляющих научную базу для анализа и расчета ядерных энергетических установок.

Знания, полученные на лекциях, получают развитие и закрепляются в процессе обсуждения и решения задач на семинарских занятиях.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является подготовка студентов к решению инженерных задач на основе строгих научных методов. Приводятся примеры и углубленно изучается ряд вопросов, составляющих научную базу для анализа и расчета ядерных энергетических установок.

Знания, полученные на лекциях, получают развитие и закрепляются в процессе обсуждения и решения задач на семинарских занятиях.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина посвящена подготовке студентов к решению инженерных задач расчета ядерных энергетических установок на основе строгих научных методов. Знания, полученные студентами при изучении различных дисциплин, применяются к решению задач, характерных для расчета ядерных энергетических установок

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

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

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

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно- исследовательский			
Проведение расчетных исследований и измерений физических характеристик на экспериментальных	Атомный ледокольный флот Атомные электрические станции Плавуочая	ПК-1.1 [1] - Способен создавать теоретические и математические модели, описывающих	З-ПК-1.1[1] - Знать: теорию переноса нейтронов и анализ по методу Монте-Карло, основы реакторного

стендах и установках	АЭС Сфера научных исследований в области ядерной физики и технологий	нейтронно-физические процессы в ЯЭУ <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078	эксперимента, теорию критичности, измерения основных реакторных параметров, механизм действия обратных связей, анализ данных с приложением к теории ядерных реакторов; законы теплопереноса, теплофизические процессы в теплообменниках, парогенераторы и системы безопасности для отвода тепла на АЭС; численный анализ ядерных реакторов, реакторные материалы, основные функциональные характеристики АЭС, исследовательские и энергетические реакторы, а так же основы динамики ядерных реакторов; свойства материалов, сопротивление материалов и требования к материалам для атомных электростанций; стандартное программное обеспечение, конечно-разностные и другие методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка, стационарных краевых задач и оценки экспериментальных погрешностей. ; У-ПК-1.1[1] - Уметь: Вычислять основные характеристики случайных величин для решения задач, связанных с реальными
----------------------	--	---	---

			<p>процессами. создавать математические модели теплофизических и нейтронных процессов, протекающих в реакторных установках.</p> <p>;</p> <p>В-ПК-1.1[1] - Владеть: аналитическими и численными методиками решения алгебраических и дифференциальных уравнений, методы обработки экспериментальных данных; методиками теоретического и численного исследования теплофизических и нейтронных процессов; современными методами вычислений для решения специальных задач.</p>
<p>Подготовка исходных данных, наладка экспериментальных стендов и установок для обеспечения выполнения научных исследований</p>	<p>Атомный ледокольный флот Атомные электрические станции Плавучая АЭС Сфера научных исследований в области ядерной физики и технологий</p>	<p>ПК-1.2 [1] - Способен использовать технические средства для расчета и измерения основных физических характеристик ядерных реакторов и энергетических установок</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078</p>	<p>З-ПК-1.2[1] - Знать: экспериментальные методики определения нейтронно-физических и теплогидравлических параметров, методы использования информационных технологий и численного анализа, методы определения проблемы и оценки полученных результатов; применение компьютерных кодов для математического моделирования и анализа теплофизических и нейтронно-физических процессов. ;</p> <p>У-ПК-1.2[1] - Уметь: использовать общепризнанные и распространённые в</p>

			<p>ядерной промышленности компьютерные коды для нахождения технических решений, оценивать достоверность этих решений;</p> <p>В-ПК-1.2[1] - Владеть: навыками планирования и проведения экспериментов, изготовления экспериментальных установок, организации научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p>
<p>Разработка методов повышения безопасности ядерных установок и материалов</p>	<p>Атомный ледокольный флот Атомные электрические станции Плавучая АЭС Сфера научных исследований в области ядерной физики и технологий</p>	<p>ПК-1.3 [1] - Способен анализировать безопасность и в дальнейшем совершенствовать ядерные энергетические установки</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078</p>	<p>З-ПК-1.3[1] - Знать: методы обнаружения ионизирующего излучения, принципы и конструкции радиационной защиты, использование ALARA принципа и последствия радиационного облучения на здоровье человека; роль и значимость ядерной безопасности, практики и процедуры, обеспечивающие безопасную работу ЯЭУ; Роль регулирующих органов и действие регулирования при выполнении работ на АЭС; законодательные и регулятивные требования по безопасному и приемлемому с экологической точки зрения функционированию атомных электростанций. ;</p> <p>У-ПК-1.3[1] - Уметь: анализировать и</p>

			<p>обобщать полученную в ходе исследования информацию ; В-ПК-1.3[1] - Владеть: методами конструирования и внедрения новых продуктов или систем, предназначенные для обеспечения радиационной защиты, ядерной безопасности и ядерной физической безопасности</p>
<p>организационно-управленческий</p>			
<p>"Руководство и управление деятельностью персонала и обеспечение безопасного проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ"</p>	<p>Атомный ледокольный флот Атомные электрические станции Плавучая АЭС Сфера научных исследований в области ядерной физики и технологий</p>	<p>ПК-1.7 [1] - Способен обосновывать научно-технические и организационные решения в области проектирования и создания ЯЭУ</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078</p>	<p>З-ПК-1.7[1] - Знать: основы ядерного нераспространения, роль международных гарантий, Договор о нераспространении ядерного оружия и основные международные соглашения, роль Международного агентства по атомной энергии; основы физической защиты ядерных объектов, ядерно-физической безопасности ядерных материалов, радиоактивных источников и ядерных установок; основы проектного менеджмента и их приложение в проектных организациях. ; У-ПК-1.7[1] - Уметь: разрабатывать проекты, соответствующие техническим требованиям и стандартам, действующим в сфере ядерных технологий на АЭС; В-ПК-1.7[1] - Владеть: навыками управления</p>

			<p>проектами для проведения совместных работ с другими членами коллектива, оценки качества и эффективности персонала и повышения его производительности; навыками принятия организационных и управленческих решений, включая управление знаниями, позволяющие добиться оптимальных результатов относительно качества, надёжности, экономии, ядерной безопасности и защиты окружающей среды; базовыми навыками проведения презентаций и преподавания</p>
	инновационный		
<p>Проектирование, создание и внедрение новых продуктов и систем, применение теоретических знаний в реальной инженерной практике</p>	<p>Атомный ледокольный флот Атомные электрические станции Плавучая АЭС Сфера научных исследований в области ядерной физики и технологий</p>	<p>ПК-13 [1] - Способен проектировать, создавать и внедрять новые продукты и системы и применять теоретические знания в реальной инженерной практике</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-ПК-13[1] - Знать математические методы и компьютерные технологии, необходимые для проектирования и разработки программного обеспечения для инженерного анализа инновационных продуктов. ; У-ПК-13[1] - Уметь разрабатывать и тестировать программное обеспечение для инженерного анализа инновационных продуктов.; В-ПК-13[1] - владеть навыками разработки и тестирования программного обеспечения для инженерного анализа</p>

			ИННОВАЦИОННЫХ ПРОДУКТОВ.
--	--	--	-----------------------------

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>1 Семестр</i>						
1	Структура ядерной энергетики. Перспективные топливные и конструкционные материалы ядерной энергетики.	1-8	8/8/0	СК-8 (25)	25	СК-8	3-ПК- 1.1, У- ПК- 1.1, В- ПК- 1.1, 3-ПК- 1.2, У- ПК- 1.2, В- ПК- 1.2, 3-ПК- 1.3, У- ПК- 1.3, В- ПК- 1.3, 3-ПК- 1.7, У- ПК- 1.7, В- ПК- 1.7, 3-ПК- 13, У- ПК- 13,

							В-ПК-13
2	Ядерные энергетические реакторы поколения III+ с кипящим теплоносителем.	9-15	8/8/0	СК-15 (25)	25	СК-15	3-ПК-1.1, У-ПК-1.1, В-ПК-1.1, 3-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, 3-ПК-1.3, У-ПК-1.3, В-ПК-1.3, 3-ПК-1.7, У-ПК-1.7, В-ПК-1.7, 3-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13
	<i>Итого за 1 Семестр</i>		16/16/0		50		
	Контрольные мероприятия за 1 Семестр				50	3	3-ПК-1.1, У-ПК-1.1, В-ПК-1.1,

							3-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, 3-ПК-1.3, У-ПК-1.3, В-ПК-1.3, 3-ПК-1.7, У-ПК-1.7, В-ПК-1.7, 3-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13
	<i>2 Семестр</i>						
1	Ядерные энергетические реакторы поколения IV с натриевым теплоносителем.	1-8	8/8/0	СК-8 (25)	25	СК-8	3-ПК-1.1, У-ПК-1.1, В-ПК-1.1, 3-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, 3-ПК-1.3, У-

							ПК-1.3, В-ПК-1.3, 3-ПК-1.7, У-ПК-1.7, В-ПК-1.7, 3-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13
2	Ядерные энергетические реакторы поколения IV. Высокотемпературные газовые реакторы.	9-15	7/7/0	СК-15 (25)	25	СК-15	3-ПК-1.1, У-ПК-1.1, В-ПК-1.1, 3-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, 3-ПК-1.3, У-ПК-1.3, В-ПК-1.3, 3-ПК-1.7, У-ПК-1.7, В-ПК-

							1.7, 3-ПК- 13, У- ПК- 13, В- ПК- 13
	<i>Итого за 2 Семестр</i>		15/15/0		50		
	Контрольные мероприятия за 2 Семестр				50	Э	В- ПК- 1.2, 3-ПК- 1.3, У- ПК- 1.3, В- ПК- 1.3, 3-ПК- 1.7, У- ПК- 1.7, 3-ПК- 1.1, У- ПК- 1.1, В- ПК- 1.1, 3-ПК- 1.2, У- ПК- 1.2, В- ПК- 1.7, 3-ПК- 13, У- ПК- 13, В- ПК- 13

* – 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
СК	Семестровый контроль
З	Зачет
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>1 Семестр</i>	16	16	0
1-8	Структура ядерной энергетики. Перспективные топливные и конструкционные материалы ядерной энергетики.	8	8	0
1 - 2	Структура ядерной энергетики. Перспективные топливные и конструкционные материалы ядерной энергетики. История развития и структура ядерной энергетики в России и мире, примеры политики развития. Экономика и структура топливного цикла. Причины, сформировавшие список реакторов поколения IV. Экономические, нейтронно-физические и теплофизические требования к перспективным материалам ядерной энергетики. Существующие технологии и конструкционные решения.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	Принципы и критерии обеспечения безопасности. Основные принципы и критерии обеспечения безопасности ядерных энергетических установок. Анализ аварий, вероятностный анализ безопасности.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	Ядерные энергетические реакторы поколения III+ с водой под давлением. Основные типы реакторов поколения III+ с водой под давлением в России и мире, примеры проектов, перспективы развития. Особенности конструкций активных зон, теплогидравлическое профилирование. Реакторы малой мощности с интегральной компоновкой. Основные системы безопасности реакторов поколения III+ с водой под давлением, примеры проектов. Пассивные системы безопасности и их принципы работы. Особенности систем безопасности реакторов с интегральной компоновкой.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	Ядерные энергетические реакторы поколения III+ с кипящим теплоносителем. Основные типы реакторов поколения III+ с кипящей водой, преимущества и недостатки одноконтурной схемы. Особенности конструкций активных зон,	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	теплогидравлическая устойчивость. Опыт эксплуатации реактора с естественной циркуляцией теплоносителя на примере ВК 50. Методы расчета естественной циркуляции теплоносителя, самоиспарение, захват пара в опускной участок. Устойчивость естественной циркуляции. Основные системы безопасности реакторов поколения III+ с кипящим теплоносителем, примеры проектов. Пассивные системы безопасности реакторов с кипящим теплоносителем и их принципы работы.			
9-15	Ядерные энергетические реакторы поколения III+ с кипящим теплоносителем.	8	8	0
9 - 11	Ядерные энергетические реакторы поколения IV с тяжелой водой. История и перспективы развития реакторов CANDU. Компоновка активной зоны, особенности расчета канального реактора. Основные системы безопасности.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
12 - 15	Ядерные энергетические реакторы поколения IV с теплоносителем сверхкритических параметров. Преимущества использования воды сверхкритических параметров (СКП) в ядерных энергетических установках. Опыт конструирования судовых СКП реакторов. Основные проекты реакторов СКП: реакторы с тепловым и быстро-резонансным спектром нейтронов. Применяемые конструкционные материалы. Фазовый переход второго рода в воде СКП, проблемы и пути их решения. Однозаходные, двухзаходные и трехзаходные схемы движения теплоносителя, конструкции активной зоны и ТВС. Особенности расчета теплоотдачи к воде СКП, имеющиеся экспериментальные и теоретические зависимости. Поправки к зависимостям для расчета перепада давления через активную зону. Особенности систем безопасности реакторов с водой СКП как одноконтурных установок с водой при высоком давлении. Основные проектные решения. Пусковые последовательности. Системы безопасности реакторов с водой СКП при интегральной компоновке.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
	<i>2 Семестр</i>	15	15	0
1-8	Ядерные энергетические реакторы поколения IV с натриевым теплоносителем.	8	8	0
	Ядерные энергетические реакторы поколения IV с натриевым теплоносителем. Преимущества и опыт работы. Преимущества использования жидкометаллического теплоносителя в ядерной энергетике. История развития от исследовательских до энергетических реакторов. Конструкция и опыт эксплуатации БН 350, БН 600.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
1 - 2	Ядерные энергетические реакторы поколения IV с натриевым теплоносителем. Основные конструкции. Ядерные энергетические реакторы большой мощности с натриевым теплоносителем. Основные проекты с интегральной и петлевой компоновкой. Теплоотдача к жидкометаллическому теплоносителю. Обзор проектов	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	реакторов малой мощности, концепция «ядерной батарейки».			
3 - 4	Ядерные энергетические реакторы поколения IV с натриевым теплоносителем. Системы безопасности. Системы безопасности ядерных энергетических реакторов большой мощности с натриевым теплоносителем на примерах БН 350, БН 600, БН 800. Особенности систем безопасности реакторов малой мощности.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	Ядерные энергетические реакторы поколения IV с теплоносителем свинец, свинец-висмут. Причины и преимущества использования теплоносителя свинец, свинец-висмут. Существующий опыт исследовательских реакторов и основные проекты энергетических. Основные системы безопасности.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Ядерные энергетические реакторы поколения IV. Высокотемпературные газовые реакторы.	7	7	0
7 - 9	Ядерные энергетические реакторы поколения IV. Высокотемпературные газовые реакторы. История и опыт эксплуатации реакторов, использующих гелий в качестве теплоносителя. Преимущества высокотемпературных газовых реакторов: цикл Брайтона, водородная энергетика, промышленные реакторы. Основные проекты высокотемпературных газовых реакторов с быстрым и тепловым спектром нейтронов. Конструкции активных зон газоохлаждаемых реакторов: призматические и шаровые твэлы. Проекты реакторов малой мощности.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
10 - 13	Ядерные энергетические реакторы поколения IV. Системы безопасности высокотемпературных газовых реакторов. Эволюция систем безопасности газоохлаждаемых реакторов от Magnox до THTR. Системы безопасности проектируемых реакторов большой мощности. Особенности систем безопасности модульных газоохлаждаемых реакторов.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
14 - 15	Ядерные энергетические реакторы поколения IV. Жидкосолевые реакторы. Возникновение концепции жидкосолевых ядерных энергетических установок, преимущества и недостатки. Опыт работ с расплавами солей: химия, выбор конструкционных материалов, вопросы переработки. Основные разрабатываемые конструкции жидкосолевых реакторов. Концепция систем безопасности.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы

АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>1 Семестр</i>
1 - 2	Экономика и материальный баланс топливного цикла. Экономика и материальный баланс топливного цикла.
3 - 4	Сравнительные характеристики теплофизических свойств перспективных топливных и конструкционных материалов ядерной энергетики. Сравнительные характеристики теплофизических свойств перспективных топливных и конструкционных материалов ядерной энергетики.
5 - 6	Принципы теплогидравлического профилирования, порядок расчета теплогидравлики активной зоны. Принципы теплогидравлического профилирования, порядок расчета теплогидравлики активной зоны.
7 - 8	Устойчивые и неустойчивые теплогидравлические характеристики активной зоны. Причины неустойчивости. Устойчивые и неустойчивые теплогидравлические характеристики активной зоны. Причины неустойчивости.
9 - 10	Расчет естественной циркуляции: некипящий и кипящий теплоносители. Расчет естественной циркуляции: некипящий и кипящий теплоносители.
11 - 12	Задача о повторном смачивании активной зоны. Задача о повторном смачивании активной зоны.
13	Порядок расчета температуры воды СКП при различных схемах циркуляции теплоносителя: однозаходной, двухзаходной и трехзаходной. Порядок расчета температуры воды СКП при различных схемах циркуляции теплоносителя: однозаходной, двухзаходной и трехзаходной.
14	Теплоотдача к воде СКП: теоретические соотношения и экспериментальные корреляции. Теплоотдача к воде СКП: теоретические соотношения и экспериментальные корреляции.
15	Корреляции для расчета перепада давления в активной зоне с теплоносителем СКП. Корреляции для расчета перепада давления в активной зоне с теплоносителем СКП.

ТЕМЫ СЕМИНАРОВ

Недели	Темы занятий / Содержание
--------	---------------------------

	<i>2 Семестр</i>
1	1. Связь между основными характеристиками работы ядерного реактора: коэффициент размножения, реактивность, период реактора. \
2	2. Экономика и материальный баланс топливного цикла.
3	3. Сравнительные характеристики теплофизических свойств перспективных топливных и конструкционных материалов ядерной энергетики.
4	4. Принципы теплогидравлического профилирования, порядок расчета теплогидравлики активной зоны.
5	5. Устойчивые и неустойчивые теплогидравлические характеристики активной зоны. Причины неустойчивости.
6	6. Расчет естественной циркуляции: некипящий и кипящий теплоносители.
7	7. Задача о повторном смачивании активной зоны.
8	8. Порядок расчета температуры воды СКП при различных схемах циркуляции теплоносителя: однозаходной, двухзаходной и трехзаходной.
9	9. Теплоотдача к воде СКП: теоретические соотношения и экспериментальные корреляции.
10	10. Корреляции для расчета перепада давления в активной зоне с теплоносителем СКП.
11	11. Корреляции для расчета теплоотдачи к потоку гелия.
12	12. Прочностные расчеты твэл газоохлаждаемых реакторов.
12	13. Теплоотдача к расплавам солей: теоретические соотношения и экспериментальные корреляции.
14 - 15	14. Порядок расчета работы пассивных систем безопасности.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Подготовка курса реализация компетентного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных форм проведения занятий (компьютерных практикумов, разбор конкретных ситуаций, тренингов и тестов) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)	Аттестационное мероприятие (КП 2)
-------------	---------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

ПК-1.1	З-ПК-1.1	З, СК-8, СК-15	Э, СК-8, СК-15
	У-ПК-1.1	З, СК-8, СК-15	Э, СК-8, СК-15
	В-ПК-1.1	З, СК-8, СК-15	Э, СК-8, СК-15
ПК-1.2	З-ПК-1.2	З, СК-8, СК-15	Э, СК-8, СК-15
	У-ПК-1.2	З, СК-8, СК-15	Э, СК-8, СК-15
	В-ПК-1.2	З, СК-8, СК-15	Э, СК-8, СК-15
ПК-1.3	З-ПК-1.3	З, СК-8, СК-15	Э, СК-8, СК-15
	У-ПК-1.3	З, СК-8, СК-15	Э, СК-8, СК-15
	В-ПК-1.3	З, СК-8, СК-15	Э, СК-8, СК-15
ПК-1.7	З-ПК-1.7	З, СК-8, СК-15	Э, СК-8, СК-15
	У-ПК-1.7	З, СК-8, СК-15	Э, СК-8, СК-15
	В-ПК-1.7	З, СК-8, СК-15	Э, СК-8, СК-15
ПК-13	З-ПК-13	З, СК-8, СК-15	Э, СК-8, СК-15
	У-ПК-13	З, СК-8, СК-15	Э, СК-8, СК-15
	В-ПК-13	З, СК-8, СК-15	Э, СК-8, СК-15

Шкалы оценки образовательных достижений

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

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – <i>«отлично»</i>	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – <i>«хорошо»</i>	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – <i>«удовлетворительно»</i>	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – <i>«неудовлетворительно»</i>	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части

			программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
--	--	--	---

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ S10 Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery : , : Elsevier, 2014
2. ЭИ E46 Fundamentals of Nuclear Reactor Physics : , : Elsevier, 2008
3. 621.039 Я 34 Ядерные реакторы с водой сверхкритического давления (основы теплового расчета) : , Москва: Юрайт, 2019
4. ЭИ В75 Nuclear reactor types (learn to read by reading) : учебное пособие для вузов, И. А. Воробьева, С. Н. Смирнова, Москва: НИЯУ МИФИ, 2010

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. И F98 Fusion reactor materials XII Part B , , Amsterdam [and oth.]: Elsevier, 2007
2. 8(Англ) В75 Nuclear reactor types (learn to read by reading) : учебное пособие для вузов, И. А. Воробьева, С. Н. Смирнова, Москва: НИЯУ МИФИ, 2010

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. World-nuclear (<http://world-nuclear.org/>)
2. Росатом (www.rosatom.ru)
3. Росэнергоатом (<http://www.rosenergoatom.ru>)
4. Урановый холдинг АРМЗ (<http://www.armz.ru>)
5. ТВЭЛ (<http://www.tvel.ru>)
6. Периодическая система (<http://www.periodictable.ru>)
7. ВЭБ элемент (<http://www.webelements.com>)

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

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Цель методических рекомендаций для студента – оптимизация процесса изучения данной дисциплины.

Материалы учебно-методического комплекса выдаются в электронном виде. Эти материалы не являются дословным изложением лекций и семинаров, а лишь их кратким содержанием. Они должны активно использоваться при подготовке к написанию тестов и экзамену.

Следует помнить, что в тестовые и экзаменационные вопросы не входит материал, который не был прочитан на лекциях или обсужден на семинарах. Тем не менее, для целей эффективного использования полученных знаний рекомендуется ознакомиться с интернет – ресурсами и литературой. В рекомендованной литературе, особенно дополнительной, изучаемые вопросы рассматриваются более глубоко, их изучение повышает квалификацию будущего специалиста.

Задачи домашнего задания аналогичны рассматриваемым на семинарских занятиях, поэтому рекомендуется выполнять их последовательно по мере изучения материала на занятиях. Для выполнения домашнего задания рекомендуется использование систем символьной математики.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Дисциплина посвящена подготовке студентов к решению инженерных задач расчета ядерных энергетических установок на основе строгих научных методов. При построении дисциплины учтено, что студенты имеют входные компетенции соответствующие подготовке специалистов по направлению подготовки 140300 «Ядерная физика и технологии». При разработке курса использована современная отечественная и иностранная литература.

Первая часть курса посвящена структуре и роли атомной энергетики в мире, принятым технологиям и перспективам развития. В процессе преподавания здесь рекомендуется широко использовать презентации, а сами занятия проводить в интерактивных классах. Особое внимание студентов следует обратить на интернет ресурсы, где впоследствии они самостоятельно смогут получать актуальную информацию по читаемым темам. В конце изучения этой части рекомендуется выдать студентам использованные презентации в электронном виде.

Во второй части излагаются методы инженерных расчетов ядерных энергетических установок. Знания, полученные студентами при изучении различных дисциплин, применяются к решению задач характерных для ядерных энергетических установок. Чтение лекций и проведение семинарских занятий также рекомендуется проводить в интерактивных классах, обучая студентов не только предмету дисциплины, но и использованию в ходе расчетов систем символьной математики.

Для закрепления теоретического материала дисциплина содержит большое количество задач для самостоятельного решения и контрольные вопросы (банк тестовых заданий) для проверки знаний. Для проверки и закрепления практических навыков студентам предлагается выполнить индивидуальное домашнее задание, а также два теста.

Результатом изучения дисциплины должно стать развитие способности студентов к решению инженерных задач на основе строгих научных методов.

Автор(ы):

Федосеев Вячеслав Николаевич, к.т.н.

Рецензент(ы):

Харитонов В.С., Корсун А.С., Митрофанова О.В.