

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ТЕПЛОФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/423-573.1

от 20.04.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ИНЖЕНЕРНЫЕ РАСЧЕТЫ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЯДЕРНЫХ УСТАНОВОК**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 14.05.01 Ядерные реакторы и материалы

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
7	2	72	32	16	0		24	0	3
Итого	2	72	32	16	0	0	24	0	

## АННОТАЦИЯ

Целью преподавания дисциплины является подготовка студентов к решению инженерных задач на основе строгих научных методов.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания 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 стендах и установках	Атомный ледокольный флот Атомные электрические станции Плавающая АЭС Сфера научных исследований в области ядерной	ПК-2.2 [1] - способен совершенствовать методы физического и математического моделирования ядерно-физических установок  <i>Основание:</i> Профессиональный	З-ПК-2.2[1] - Знать: современные методы для решения задач описания физических процессов в ядерных реакторах, методы моделирования нейтронно-физических процессов и методы

	физики и технологий	стандарт: 24.078	теории возмущений, способы представления нейтронных эффективных сечений ; У-ПК-2.2[1] - Уметь: проводить анализ недостатков применения существующих методов и разрабатывать способы их нивелирования; В-ПК-2.2[1] - Владеть: навыками работы с современными языками программирования для автоматизации информационного процесса анализа данных
Проведение расчетных исследований и измерений физических характеристик на экспериментальных стендах и установках	Атомный ледокольный флот Атомные электрические станции Плавучая АЭС Сфера научных исследований в области ядерной физики и технологий	ПК-4 [1] - способен применять экспериментальные, теоретические и компьютерные методы исследований в профессиональной области  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.031, 24.067, 24.078	З-ПК-4[1] - Знать экспериментальные, теоретические и компьютерные методы исследований в профессиональной области ; У-ПК-4[1] - Уметь применять экспериментальные, теоретические и компьютерные методы исследований в профессиональной области; В-ПК-4[1] - Владеть методами интерпретации (анализа) и презентации полученных результатов
проектный			
Проектирование, создание и внедрение новых продуктов и систем, применение теоретических знаний в реальной инженерной практике	Атомный ледокольный флот Атомные электрические станции Плавучая АЭС Сфера научных	ПК-2.6 [1] - способен проводить модернизацию существующих установок, разрабатывать и проектировать	З-ПК-2.6[1] - Знать: классификацию атомных электростанций, главные их составляющие, включая контуры

	исследований в области ядерной физики и технологий	перспективные физико-энергетических установки  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	охлаждения, парогенераторы, паровые турбины, компоновку основного контура теплоносителя и вспомогательные системы; компоненты ядерного топливного цикла, открытый и замкнутый топливный циклы; классификацию радиоактивных отходов, методы обращения и захоронения различных типов радиоактивных отходов, краткосрочные и долгосрочные последствия действия ионизирующего излучения ; У-ПК-2.6[1] - Уметь: проводить экономический анализ новых технологических процессов, систем или методик, которые могут найти применение на ЯЭУ; В-ПК-2.6[1] - Владеть: навыками конструирования и внедрения новых продукты или системы, предназначенные для ЯЭУ
Подготовка элементов документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ	Атомный ледокольный флот Атомные электрические станции Плавучая АЭС Сфера научных исследований в области ядерной физики и технологий	ПК-5 [1] - способен к проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации и при исследовании самостоятельных тем  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	3-ПК-5[1] - Знать порядок и методики выполнения научных исследований, правила оформления результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ ; У-ПК-5[1] - Уметь проводить измерения и расчеты, обработку

			полученных данных; В-ПК-5[1] - Владеть методами интерпретации (анализа) и презентации полученных результатов
Проектирование, создание и внедрение новых продуктов и систем, применение теоретических знаний в реальной инженерной практике	Атомный ледокольный флот Атомные электрические станции Плавучая АЭС Сфера научных исследований в области ядерной физики и технологий	ПК-6 [1] - способен к расчету и проектированию деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-6[1] - Знать методы расчета и проектирования деталей узлов и приборов ; У-ПК-6[1] - Уметь выполнять расчет и проектирование деталей и узлов приборов в соответствии с техническим заданием; В-ПК-6[1] - Владеть навыками применения стандартных средств автоматизации проектирования при расчете и проектировании деталей узлов и приборов

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
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 научного мировоззрения, культуры	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика»,

	<p>поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)</p>	<p>«Научный семинар» для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований.</li> <li>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для:</li> <li>- формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;</li> <li>- формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.</li> </ul>
--	---	---

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практик. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>7 Семестр</i>						
1	Источники энергии. Принципы работы ядерного реактора.	1-8	16/8/0		25	КИ-8	3-ПК-2.2, У-

							ПК-2.2, В-ПК-2.2, 3-ПК-2.6, У-ПК-2.6, В-ПК-2.6, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6
2	Тепловыделение в ядерном реакторе. Тепловыделение в твэл.	9-16	16/8/0		25	КИ-16	В-ПК-4, 3-ПК-2.2, У-ПК-2.2, В-ПК-2.2, 3-ПК-2.6, У-ПК-2.6, В-ПК-2.6, 3-ПК-4, У-ПК-4

							ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		32/16/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 7 Семестр</b>				50	3	3-ПК-2.2, У-ПК-2.2, В-ПК-2.2, 3-ПК-2.6, У-ПК-2.6, В-ПК-2.6, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6

\* – 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>7 Семестр</i>	32	16	0
<b>1-8</b>	<b>Источники энергии. Принципы работы ядерного реактора.</b>	16	8	0
1 - 2	<b>Источники энергии.</b> Потребности в энергии. Мировые энергетические ресурсы, роль возобновляемых и невозобновляемых источников энергии	Всего аудиторных часов		
		4	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	<b>Принципы работы ядерного реактора.</b> Основные принципы работы и характеристики ядерного реактора.	Всего аудиторных часов		
		4	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	<b>Ядерная энергетика в мире.</b> Структура ядерной энергетики в мире, примеры политики развития ядерной энергетики в США и Японии	Всего аудиторных часов		
		4	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	<b>Экономика ядерной энергетики и топливный цикл.</b> Экономика ядерной энергетики, структура топливного цикла, вопросы защиты от излучения.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	<b>Принятые технологии, история и перспективы развития различных типов реакторов.</b> Классификация ЯЭУ. Принятые технологии, история и перспективы развития: газовые реакторы. Принятые технологии, история и перспективы развития: реакторы с тяжелой водой и с водой под давлением. Принятые технологии, история и перспективы развития: реакторы с кипящим теплоносителем, на быстрых нейтронах, другие типы.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
<b>9-16</b>	<b>Тепловыделение в ядерном реакторе. Тепловыделение в твэл.</b>	16	8	0
9	<b>Материалы ядерной энергетики.</b> Топливные и конструкционные материалы ядерной энергетики.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	<b>Конструирование твэл.</b> Конструирование твэл: твэлы с металлическим и дисперсионным топливом. Конструирование твэл: твэлы с двуокисью урана.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	<b>Тепловыделение в ядерном реакторе.</b>	Всего аудиторных часов		

	Тепловыделение в ядерном реакторе: распределение по активной зоне, коэффициенты неравномерности, особенности реактора с кипящим замедлителем.	2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
12 - 13	<b>Тепловыделение в твэл.</b> Тепловыделение в твэл: плоская и сферическая геометрии. Тепловыделение в твэл: цилиндрическая геометрия. Тепловыделение в твэл: учет зависимостей коэффициента теплопроводности от температуры, удельного объемного тепловыделения от координаты	Всего аудиторных часов		
		4	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 16	<b>Тепловыделение в реакторных материалах.</b> Тепловыделение в реакторных материалах: расчет температуры графитового замедлителя. Тепловыделение в реакторных материалах: тепловыделение в корпусе реактора, задачи термоупругости. Тепловыделение в реакторных материалах: расчет температуры сильных поглотителей.	Всего аудиторных часов		
		6	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>7 Семестр</i>
1	<b>1. Оценка энергоемкости различных видов топлива, оценки эффективности источников энергии.</b> 1. Оценка энергоемкости различных видов топлива, оценки эффективности источников энергии.
2	<b>2. Связь между основными характеристиками работы ядерного реактора: коэффициент размножения, реактивность, период реактора.</b> 2. Связь между основными характеристиками работы ядерного реактора: коэффициент размножения, реактивность, период реактора.
3	<b>3. Оценки динамики развития ядерной энергетики в различных странах.</b> 3. Оценки динамики развития ядерной энергетики в различных странах.
4	<b>4. Оценки динамики развития ядерной энергетики в России</b>

	4. Оценки динамики развития ядерной энергетики в России
5	<b>5. Экономика и материальный баланс топливного цикла. Расчет доз ионизирующего излучения.</b> 5. Экономика и материальный баланс топливного цикла. Расчет доз ионизирующего излучения.
6	<b>6. Классификация и особенности ЯЭУ.</b> 6. Классификация и особенности ЯЭУ.
7	<b>7. Особенности различных типов реакторов с водой под давлением, оценки принятых конструктивных решений. Особенности использования воды сверхкритических параметров в качестве теплоносителя/замедлителя.</b> 7. Особенности различных типов реакторов с водой под давлением, оценки принятых конструктивных решений. Особенности использования воды сверхкритических параметров в качестве теплоносителя/замедлителя.
8	<b>8. Сравнительные характеристики теплофизических свойств топливных и конструкционных материалов ядерной энергетики.</b> 8. Сравнительные характеристики теплофизических свойств топливных и конструкционных материалов ядерной энергетики.
9	<b>9. Оценки принятых конструктивных решений для различных типов ТВЭЛ.</b> 9. Оценки принятых конструктивных решений для различных типов ТВЭЛ.
10	<b>10. Порядок расчета коэффициентов неравномерности. Эффективные добавки.</b> 10. Порядок расчета коэффициентов неравномерности. Эффективные добавки.
11	<b>11. Расчет перепадов температуры для ТВЭЛ различных реакторов в плоской и сферической геометрии.</b> 11. Расчет перепадов температуры для ТВЭЛ различных реакторов в плоской и сферической геометрии.
12	<b>12. Расчет перепадов температуры для ТВЭЛ различных реакторов в цилиндрической геометрии.</b> 12. Расчет перепадов температуры для ТВЭЛ различных реакторов в цилиндрической геометрии.
13	<b>13. Расчет перепадов температуры для ТВЭЛ различных реакторов с учетом зависимости коэффициента теплопроводности топливной композиции от температуры.</b> 13. Расчет перепадов температуры для ТВЭЛ различных реакторов с учетом зависимости коэффициента теплопроводности топливной композиции от температуры.
14 - 15	<b>14. Прочностные расчеты элементов конструкций ядерных реакторов.</b> 14. Прочностные расчеты элементов конструкций ядерных реакторов.

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Предусматривает использование в учебном процессе активных форм проведения занятий (компьютерные практикумы, разбор домашних заданий, система контрольно-измерительных материалов, включая тесты) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов.

## 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)
ПК-2.2	З-ПК-2.2	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-2.2	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-2.2	З, КИ-8, КИ-16
ПК-2.6	З-ПК-2.6	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-2.6	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-2.6	З, КИ-8, КИ-16
ПК-4	З-ПК-4	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-4	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-4	З, КИ-8, КИ-16
ПК-5	З-ПК-5	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-5	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-5	З, КИ-8, КИ-16
ПК-6	З-ПК-6	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-6	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-6	З, КИ-8, 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 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать

			теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	В	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		С	
70-74		Д	
65-69	3 – «удовлетворительно»	Е	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 – «неудовлетворительно»	Ф	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 N91 Nuclear Thermal Hydraulics : , Tokyo: Springer Japan, 2016
2. 621.039 В92 Безопасность и задачи инженерной поддержки эксплуатации ядерных энергетических установок с ВВЭР : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
3. ЭИ В92 Безопасность и задачи инженерной поддержки эксплуатации ядерных энергетических установок с ВВЭР : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
4. ЭИ Д26 Основы расчета судовых ЯЭУ : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
5. ЭИ М20 Проектирование ТВЭЛов и ТВС ЯЭУ : , Москва: МИФИ, 2008
6. ЭИ С92 Схемные решения и принципы работы пассивных систем аварийного охлаждения различных типов ЯЭУ : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
7. 621.039 С92 Схемные решения и принципы работы пассивных систем аварийного охлаждения различных типов ЯЭУ : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2015

8. 621.039 Я34 Ядерные реакторы с водой сверхкритического давления (основы теплового расчета) : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
9. ЭИ Я34 Ядерные реакторы с водой сверхкритического давления (основы теплового расчета) : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2015
10. ЭИ К 69 Гидродинамика ЯЭУ : сборник задач и упражнений, А. С. Корсун, Ю. А. Маслов, О. В. Митрофанов, Москва: МИФИ, 2008
11. 621.039 К69 Гидродинамика ЯЭУ : сборник задач и упражнений, А. С. Корсун, Ю. А. Маслов, О. В. Митрофанов, Москва: МИФИ, 2008
12. ЭИ Щ95 Проектирование ядерно-энергетических установок космического назначения. Нейтронно-физический расчет : учебно-методическое пособие, Н. В. Щукин, С. Д. Романин, Н. П. Киселев, Москва: МИФИ, 2009

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.039 С74 Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной энергетике Т.2 Ядерные реакторы, теплообменники, парогенераторы, Москва: ИздАТ, 2013
2. 005 У67 Управление проектами : учебное пособие, Москва: Омега-Л, 2013
3. 008 М63 Мир через культуру : Ежегодник, , М.: Советский писатель, 1990
4. 541 Д82 Коллоидная химия : Избр. тр., А.В. Думанский, Воронеж: Изд-во Воронеж.ун-та, 1990
5. 621.039 Т34 Теплообмен в ядерных энергетических установках : учеб. пособие для вузов, Б. С. Петухов [et al.], М.: МЭИ, 2003
6. 621.039 Х20 Сборник задач по курсу "Инженерно-физические расчеты ЯЭУ" : Учеб. пособие, В. В. Харитонов, М.: МИФИ, 1995
7. 621.039 Д26 Теплопередача в ЯЭУ : учеб. пособие для вузов, В.И.Деев, Москва: МИФИ, 2004
8. 621.036 Ч-65 Теплофизические свойства материалов ядерной техники : Справочник, В.С. Чиркин, М.: Атомиздат, 1968
9. 621.039 Д30 Ядерные энергетические реакторы : Учебник для вузов, Дементьев Б.А., М.: Энергоатомиздат, 1990
10. 621.039 К59 Теплогидравлические расчеты и оптимизация ядерных энергетических установок : Учеб. пособие для вузов, Кокорев Л.С., Харитонов В.В.; Под ред. Субботина В.И., М.: Энергоатомиздат, 1986
11. 621.039 К77 Инженерные расчеты ядерных реакторов : , Крамеров А.Я., Шевелев Я.В., М.: Энергоатомиздат, 1984

12. 37 П58 Психология самодеятельного творчества студентов : , Л.М. Попов, Казань: Казан. ун-т, 1990
13. 621.039 К43 Тепломассообмен в ядерных энергетических установках : учебное пособие для вузов, П. Л. Кириллов, Г. П. Богословская, Москва: ИздАТ, 2008
14. 621.039 К43 Справочник по теплогидравлическим расчетам (ядерные реакторы, теплообменники, парогенераторы) : , П. Л. Кириллов, Ю. С. Юрьев, В. П. Бобков, М.: Энергоатомиздат, 1990
15. 005 П58 Управление проектами : учебное пособие для слушателей образовательных учреждений, Ю. И. Попов, О. В. Яковенко, Москва: ИНФРА-М, 2011
16. 621.38 К85 Схемотехника и автоматизация проектирования линейных интегральных схем с инжекционным питанием : , Ю.Г. Крюков; Воронеж. Гос. ун-ет, Воронеж: издательство воронежского университета, 1990

#### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

#### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. World-nuclear (<http://world-nuclear.org/>)
2. Росатом ([www.rosatom.ru](http://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/>

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

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

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

### **10. 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.

## **11. 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. При разработке курса использована современная отечественная и иностранная литература.

Первая часть порядку расчета канала реактора с кипящим, некипящим теплоносителем, или теплоносителем сверхкритических параметров. Знания, полученные студентами при изучении различных дисциплин, применяются к решению задач характерных для ядерных энергетических установок. Чтение лекций и проведение семинарских занятий рекомендуется проводить в интерактивных классах. Сложные и многочисленные расчеты не должны затенять сути излагаемых методов, поэтому рекомендуется широко использовать системы символьной математики. То же относится ко второй части курса, где излагаются методы обоснования безопасности.

В третьей части курса описываются системы безопасности различных типов реакторов. 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.

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):

Маслов Юрий Александрович, к.т.н.

Рецензент(ы):

доцент Харитонов В.С., доцент Корсун А.С.