

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ТЕПЛОФИЗИКИ

ОДОБРЕНО

УМС ИЯФИТ Протокол №01/423-573.1 от 20.04.2023 г.

НТС ЛАПЛАЗ Протокол №1/04-577 от 27.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ ТЕОРИИ ТЕПЛОМАССОБМЕНА

Направление подготовки
(специальность)

- [1] 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии
- [2] 03.03.01 Прикладные математика и физика
- [3] 16.03.02 Высокотехнологические плазменные и энергетические установки
- [4] 01.03.02 Прикладная математика и информатика
- [5] 14.03.02 Ядерная физика и технологии
- [6] 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
- [7] 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика
- [8] 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
6	4	144	15	30	0	48	15	Э
Итого	4	144	15	30	0	48	15	

АННОТАЦИЯ

Дисциплина знакомит студентов с основами процессов теплопередачи в телах и средах. В рамках курса изучается теория различных механизмов передачи тепла (теплопроводность, конвекция, контактный теплообмен, теплообмен излучением), а также рассматриваются случаи стационарного теплообмена. Также кратко рассматриваются вопросы гидрогазодинамики, что необходимо для лучшего понимания процесса конвективного теплообмена. Студенты приобретают навыки аналитического и численного решения прикладных задач переноса тепла в телах и средах.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями преподавания данной дисциплины являются формирование у обучающихся базовых знаний о стационарных процессах передачи тепла различными механизмами, а также умения решения задач теплопроводности в телах и средах различной геометрии.

Задачи, решаемые в процессе изучения дисциплины:

- Изучение фундаментальных законов переноса массы и тепла в среде;
- Вывод аналитических решений уравнения теплопроводности в телах и средах различной геометрии;
- Изучение механизмов переноса тепла;
- Знакомство с основами гидрогазодинамики;
- Знакомство с современными программными комплексами численного решения задач теплообмена;

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для освоения данной дисциплины требуется знание дисциплин: "Химия", "Общая физика", "АЭС: типы и выбор энергооборудования"

Знания, полученные при изучении дисциплины, необходимы при изучении дисциплины "Основы инженерных расчетов и проектирования ЯЭУ", а также в дальнейшей профессиональной деятельности.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-1 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] – Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	3-УК-1 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] – Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять

	критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач
УК-3 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] – Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	3-УК-3 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] – Знать: основные приемы и нормы социального взаимодействия; основные понятия и методы конфликтологии, технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии У-УК-3 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] – Уметь: устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе; применять основные методы и нормы социального взаимодействия для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды В-УК-3 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] – Владеть: простейшими методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде
УК-6 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] – Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	3-УК-6 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] – Знать: основные приемы эффективного управления собственным временем; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни У-УК-6 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] – Уметь: эффективно планировать и контролировать собственное время; использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения В-УК-6 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] – 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

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Духовно-нравственное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование этического мышления и профессиональной ответственности ученого (В2)	1. Использование воспитательного потенциала базовых гуманитарных дисциплин. 2. Разработка новых инновационных курсов гуманитарной и междисциплинарной направленности.
Духовно-нравственное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование личностно-центрированного подхода в профессиональной	1. Использование воспитательного потенциала базовых гуманитарных дисциплин. 2. Разработка новых инновационных курсов гуманитарной и междисциплинарной

	коммуникации, когнитивно-поведенческих и практико-ориентированных навыков, основанных на общероссийских традиционных ценностях (В3)	направленности.
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (В14)	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, 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. <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплины «Экономика и управление в промышленности на основе инновационных подходов к управлению конкурентоспособностью», «Юридические основы профессиональной деятельности» для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих,	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик

	<p>формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)</p>	<p>«Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - 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.
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала</p>

		дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
--	--	---

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>6 Семестр</i>						
1	Основные механизмы и законы переноса тепла и массы. Дифференциальные уравнения теплообмена. Стационарная теплопроводность и диффузия..	1-8	8/16/0		30	БДЗ-8	З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, З-УК-6, У-УК-6, В-УК-6

2	Введение в гидрогазодинамику и теорию конвективного теплообмена. Лучистый теплообмен.	9-15	7/14/0		30	БДЗ-15	З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, З-УК-6, У-УК-6, В-УК-6
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		15/30/0		60		
	Контрольные мероприятия за 6 Семестр				40	Э	З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, З-УК-6, У-УК-6, В-УК-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
БДЗ	Большое домашнее задание
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недел и	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем. , час.	Лаб., час.
	<i>6 Семестр</i>	15	30	0
1-8	Основные механизмы и законы переноса тепла и массы. Дифференциальные уравнения теплообмена. Стационарная теплопроводность и диффузия..	8	16	0
1	Общая характеристика процессов теплопереноса. Основные понятия и определения. Механизмы переноса импульса, тепла и массы в твердых телах, жидкостях и газах. Феноменологический и кинетический методы изучения явлений переноса.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Процесс стационарной теплопроводности. Эмпирические законы переноса количества движения, тепла и массы (законы Ньютона, Био – Фурье, Фика). Коэффициенты переноса.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	Теплопроводность в телах простейшей формы. Теплопроводность и диффузия в телах простой геометрической формы (плоская, цилиндрическая и шаровая стенки).	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	Тепловыделяющие элементы ядерных реакторов. Типы и конструкционные особенности твэлов в язу. Конструкционные материалы и их свойства. Выдача БДЗ№1 "Стационарная теплопроводность в телах простейшей формы"	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	Контактный теплообмен. Теплообмен через механический контакт двух твердых тел. Термическое сопротивление. Причины его появления и определяющие факторы.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	Теплообмен в материалах при зависимости теплофизических свойств от температуры. Реальное поведение теплофизических свойств веществ. Процессы теплопроводности в условиях температурной зависимости теплопроводности материалов.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	Теплообмен в телах с малыми и большими числами Био. Число Био: определение и физический смысл. Температурные поля в телах с различными числами Био. Теплопроводность тел с пренебрежимо малым внутренним термическим сопротивлением. Выдача БДЗ №2 «Стационарное распределение температур в твэл ЯЭУ»	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Численное решение задач переноса тепла. Современные программные комплексы для решения задач стационарной теплопроводности. Их особенности и принцип работы. Существующие ограничения. Выдача БДЗ №3 "Стационарная теплопроводность в телах простейшей формы с переменными теплофизическими свойствами"	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

9-15	Введение в гидрогазодинамику и теорию конвективного теплообмена. Лучистый теплообмен.	7	14	0
9 - 10	Введение в теорию конвективного теплообмена. Общая характеристика процессов конвективного теплопереноса. Понятие о подобии физических явлений. Условия подобия. Критерии подобия и уравнения подобия. Прямая и обратная теоремы метода подобия. Метод анализа размерностей физических величин, П-теорема.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	Основы гидрогазодинамики. Уравнения движения жидкости и газа в канале. Уравнение Навье-Стокса. Распределение скоростей жидкости по проходному сечению канала. Пограничный слой. Начальный участок. Ламинарный и турбулентный режим. Потери давления в жидкости при течении по каналу.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 14	Теплоотдача при течении жидкости в каналах. Механизм передачи тепла в каналах. Режимы теплоотдачи. Корреляционные выражения для расчета теплоотдачи в каналах. Выдача БДЗ №2 "Конвективный теплообмен в канале"	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	Теплообмен излучением. Механизм передачи тепла излучением. Закон Стефана-Больцмана. Степень черноты тела. Спектр излучения. Расчет теплообмена излучением в системе тел. Выдача БДЗ №5 «Конвективный теплообмен в ячейке».	Всего аудиторных часов		
		1	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>6 Семестр</i>
1	Основные механизмы тепло- и массопереноса Основные механизмы тепло- и массопереноса
2	Процесс стационарной теплопроводности Процесс стационарной теплопроводности

3	Теплопроводность в телах простейшей формы Теплопроводность в телах простейшей формы
4	Тепловыделяющие элементы ядерных реакторов Тепловыделяющие элементы ядерных реакторов
5	Контактный теплообмен Контактный теплообмен
6	Теплообмен в материалах при зависимости теплофизических свойств от температуры Теплообмен в материалах при зависимости теплофизических свойств от температуры
7	Теплообмен в телах с малыми и большими числами Био Теплообмен в телах с малыми и большими числами Био
8	Численное решение задач стационарной теплопроводности Численное решение задач стационарной теплопроводности
9 - 10	Введение в теорию конвективного теплообмена Введение в теорию конвективного теплообмена
11 - 12	Основы гидрогазодинамики Основы гидрогазодинамики
13 - 14	Теплообмен излучением Теплообмен излучением
15	Численное решение задач конвективного теплообмена Численное решение задач конвективного теплообмена

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Курс предусматривает широкое использование в учебном процессе активных форм проведения занятий (лекции, презентации, разбор конкретных ситуаций, выполнение и защита домашнего задания) 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)
УК-1	З-УК-1	Э, БДЗ-8, БДЗ-15
	У-УК-1	Э, БДЗ-8, БДЗ-15
	В-УК-1	Э, БДЗ-8, БДЗ-15
УК-3	З-УК-3	Э, БДЗ-8, БДЗ-15
	У-УК-3	Э, БДЗ-8, БДЗ-15
	В-УК-3	Э, БДЗ-8, БДЗ-15

УК-6	З-УК-6	Э, БДЗ-8, БДЗ-15
	У-УК-6	Э, БДЗ-8, БДЗ-15
	В-УК-6	Э, БДЗ-8, БДЗ-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 – «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»	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 – «удовлетворительно»	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 – «неудовлетворительно»	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 I-70 Heat Conduction : Third Edition, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg,, 2009
2. ЭИ М 67 Гидродинамика и теплообмен закрученных потоков в каналах ядерно-энергетических установок : учебное пособие, Москва: Физматлит, 2010
3. ЭИ П63 Оптимизация распределения энерговыделения в активной зоне ядерного реактора : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
4. ЭИ Л 69 Примеры и задачи по тепломассообмену : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2022
5. ЭИ Т34 Теплообмен в ядерных энергетических установках : сборник задач: учебное пособие для вузов, В. В. Архипов [и др.] ; ред. В. И. Деев, Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
6. 532 М67 Гидродинамика и теплообмен закрученных потоков в каналах ядерно-энергетических установок : , О. В. Митрофанова, Москва: Физматлит, 2010

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.039 П63 Оптимизация распределения энерговыделения в активной зоне ядерного реактора : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
2. 621.039 Ф50 Физико-технические основы современной ядерной энергетики. Перспективы и экологические аспекты : учебное пособие, Долгопрудный: Интеллект, 2014
3. 621.039 Т34 Теплообмен в ядерных энергетических установках : учеб. пособие для вузов, Б. С. Петухов [et al.], М.: МЭИ, 2003
4. 621.039 З-15 Задачник по теплообмену в ЯЭУ : Учеб. пособие, В. В. Архипов [и др.], М.: МИФИ, 1992
5. 621.039 Т34 Теплообмен в ядерных энергетических установках : сборник задач, В. В. Архипов [и др.] ; ред. : В. И. Деев, Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
6. 536 Д26 Решение задач теплообмена на ЭВМ : Пособие к лаб. практикуму по курсу "Теория тепломассопереноса", В. И. Деев, И. Г. Меринов, М.: МИФИ, 2000
7. 536 И85 Теплопередача : Учебник для вузов, В. П. Исаченко, В. А. Осипова, А. С. Сукомел, М.: Энергоиздат, 1981
8. 621.039 Д26 Теплопередача в ЯЭУ : учеб. пособие для вузов, В.И.Деев, Москва: МИФИ, 2004
9. 536 Л12 Лабораторный практикум по курсу "Теория теплообмена" : Учеб. пособие, Деев В.И., Корсун А.С., Одинцов А.А., Похвалов Ю.Е., М.: МИФИ, 1993
10. 621.039 К43 Тепломассообмен в ядерных энергетических установках : , П. Л. Кириллов, Г. П. Богословская, Москва: Энергоатомиздат, 2000

11. 621.039 К43 Тепломассообмен в ядерных энергетических установках : учебное пособие для вузов, П. Л. Кириллов, Г. П. Богословская, Москва: ИздАТ, 2008

12. 536 Т33 Теория тепломассообмена : Учебник для вузов, Под ред. А.И. Леонтьева, М.: Высш. школа, 1979

13. 536 Э41 Экспериментальные методы изучения процессов теплопередачи : (учебное пособие к лабораторному практикуму по курсу "Теория теплообмена"), ред. : В. И. Деев, Москва: МИФИ, 2008

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. 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

При изучении курса необходимо твердо усвоить основные механизмы и законы конвективного тепломассопереноса, хорошо знать критерии, определяющие перенос тепла и массы в тех или иных конкретных условиях (при естественном или вынужденном движении однофазной среды, при наличии фазовых превращений и т.д.). Используя в расчетах эмпирические формулы, нужно знать, что рекомендуемые зависимости справедливы только в том диапазоне изменения параметров, в котором они были подтверждены опытными данными. При анализе процессов кипения жидкости на поверхности нагрева очень важным является понятие критического теплового потока, так как в случае превышения его величины, как правило, происходит разрушение теплоотдающей стенки.

При выполнении расчетных работ следует уяснить поставленную задачу, правильно сформулировать ее математическое описание, знать способы решения записанной системы уравнений, уметь применять современные вычислительные средства, существующие

программные комплексы. По итогам работы оформляется отчет, который включает всю полученную информацию в виде схем, формул, таблиц, графиков, а также содержит заключение или выводы.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Лекционный курс строится по следующему плану: сначала вводятся и обсуждаются основные понятия и исходные положения, излагаются основные законы и уравнения. Потом рассматриваются методы, с помощью которых разбираются важнейшие приложения.

С целью выработки профессиональных компетенций студентов используется интерактивная форма проведения занятий. Активная форма проведения лекционных занятий предполагает, в частности, что студенты углубленно изучают по рекомендуемой преподавателем литературе те разделы лекционного курса, которые не рассматриваются детально на лекциях, но необходимы для дальнейшего изучения курса.

Автор(ы):

Делов Максим Игоревич

Стручалин Павел Геннадьевич

Корсун Александр Сергеевич, к.т.н., доцент

Рецензент(ы):

доцент Харитонов В.С., доцент Куценко К.В.,
профессор Митрофанова О.В.