

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

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ТЕПЛОФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/08/24-573.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕПЛОМАССООБМЕН В МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ

Направление подготовки [1] 22.03.01 Материаловедение и технологии
(специальность) материалов

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	KCP, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
8	2	72	24	12	0	36	0	3	
Итого	2	72	24	12	0	0	36	0	

АННОТАЦИЯ

Плодотворная деятельность будущих выпускников в любых отраслях современного производства невозможна без знания основ тепломассообмена. Особое значение процессы передачи тепла и массы имеют в энергетических отраслях промышленности, включая и ядерную энергетику. От того, как протекают эти процессы, во многом зависит эффективность, надежность и безопасность работы ядерных энергетических установок (ЯЭУ). Это и определяет цель преподавания дисциплины, в которой излагается современная теория, а также ее применение в расчетах тепло- и массообменных процессов, происходящих в ЯЭУ.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины является углубленное изучение вопросов теории переноса тепла и массы, а также практических рекомендаций, необходимых при расчетах и проектировании теплообменного оборудования. Обучение студентов умениям применять полученные знания в производственной и научной деятельности, приобретение навыков работы с научной, справочной и электронной литературой, применению современных компьютерных технологий при подготовке домашних заданий.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для освоения данной дисциплины требуется знание дисциплин: «Химия», «Основы термодинамики и теплопередачи», «Общая физика».

Знания, полученные при изучении дисциплины, также помогут студентам в научно-исследовательской работе и дипломном проектировании, 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
--------------------------------	--

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			
сбор данных о существующих типах и марках материалов, их	основные типы современных конструкционных и	ПК-1.2 [1] - способен применять знания об основных типах	3-ПК-1.2[1] - знать основные типы современных

<p>структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников</p>	<p>функциональных неорганических (металлических и неметаллических) и органических (полимерных и углеродных) материалов, композитов и гибридных материалов, сверхтвердых материалов, интеллектуальных и наноматериалов, пленок и покрытий</p>	<p>современных материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>материалов, а также подходы к выбору материалов для заданных условий эксплуатации; У-ПК-1.2[1] - уметь выбрать материал для заданных условий эксплуатации; В-ПК-1.2[1] - владеть основными подходами при выборе материалов для заданных условий эксплуатации</p>
<p>участие в работе группы специалистов при выполнении экспериментов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору материалов, оценке их технологических и служебных качеств путем комплексного анализа их структуры и свойств, физико-механических, коррозионных и других испытаний</p>	<p>методы и средства испытаний и диагностики, исследования и контроля качества материалов, пленок и покрытий, полуфабрикатов, заготовок, деталей и изделий, все виды исследовательского, контрольного и испытательного оборудования, аналитической аппаратуры, компьютерное программное обеспечение для обработки результатов и анализа полученных данных, моделирования поведения материалов, оценки и прогнозирования их эксплуатационных характеристик</p>	<p>ПК-1 [1] - способен использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-ПК-1[1] - знать основные методы исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации; ; У-ПК-1[1] - уметь использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и</p>

			<p>модификации; ;</p> <p>В-ПК-1[1] - владеть навыками исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации.</p>
сбор данных о существующих типах и марках материалов, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников	основные типы современных конструкционных и функциональных неорганических (металлических и неметаллических) и органических (полимерных и углеродных) материалов, композитов и гибридных материалов, сверхтвердых материалов, интеллектуальных и наноматериалов, пленок и покрытий	<p>ПК-2 [1] - способен использовать на практике современные представления о влиянии структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-ПК-2[1] - знать основные представления о структуре материалов и влиянии структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями; ;</p> <p>У-ПК-2[1] - уметь анализировать влияние структуры материалов на их свойства, а также ее эволюцию при взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями; ;</p> <p>В-ПК-2[1] - владеть практическими навыками анализа эволюции структурно-фазового состояния материалов при взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями и влияния этой эволюции на свойства</p>

			материалов.
технологический			
участие в получении и использовании (обработке, эксплуатации и утилизации) материалов различного назначения, проектировании высокотехнологичных процессов на стадии опытно-промышленных испытаний и внедрения	технологические процессы производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий; оборудование, технологическая оснастка и приспособления	ПК-4 [1] - способен использовать на производстве знания о традиционных и новых технологических процессах и операциях в области материаловедения <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-4[1] - знать основные и новые технологические процессы и операции в области материаловедения; ; У-ПК-4[1] - уметь использовать на производстве знания о традиционных и новых технологических процессах и операциях в области материаловедения ; В-ПК-4[1] - владеть навыками использования на производстве традиционных и новых технологических процессов и операций.

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за

		результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.
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 поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для: - 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 открытых и теорий.

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>8 Семестр</i>						
1	Общая характеристика процессов тепломассопереноса, основные законы	1-8	12/6/0		25	СК-8	3-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
2	Введение в теорию конвективного тепломассообмена, пограничный слой	9-15	12/6/0		25	СК-15	3-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
	<i>Итого за 8 Семестр</i>		24/12/0		50		

	Контрольные мероприятия за 8 Семестр				50	3	3-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
--	---	--	--	--	----	---	---

* – 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

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>8 Семестр</i>	24	12	0
1-8	Общая характеристика процессов тепломассопереноса, основные законы	12	6	0
1	Общая характеристика процессов тепломассопереноса, законы тепломассопереноса Введите здесь основные понятия и определения. Механизмы переноса импульса, тепла и массы в твердых телах, жидкостях и газах. Перенос энергии и вещества в условиях фазовых и химических превращений. Феноменологический и кинетический методы изучения явлений переноса. Эмпирические законы переноса количества движения, тепла и массы (законы Ньютона, Био – Фурье, Фика). Коэффициенты переноса. съ подробное описание пункта	Всего аудиторных часов 4 Онлайн	2 0	0 0
2	Дифференциальные уравнения тепломассопереноса Уравнения неразрывности, движения вязкой жидкости, переноса вещества и энергии в многокомпонентной среде. Условия однозначности для процессов переноса. Закон Ньютона – Рихмана.	Всего аудиторных часов 4 Онлайн	2 0	0 0
3 - 7	Теплопроводность и диффузия Дифференциальные уравнения тепломассопереноса в объеме неподвижных сред. Начальные и граничные условия для процессов теплопроводности и диффузии. Методы решения стационарных задач. Теплопроводность	Всего аудиторных часов 4 Онлайн	2 0	0 0

	и диффузия в телах простой геометрической формы (плоская, цилиндрическая и шаровая стенки). Коэффициенты теплопередачи. Термические и диффузионные сопротивления. Число Био. Теплопроводность тел с пренебрежимо малым внутренним термическим сопротивлением. Теплопередача через ребристые стенки. Теплопроводность полуограниченного массива. Нагревание (охлаждение) неограниченной пластины, бесконечно длинного цилиндра, шара. Нагревание (охлаждение) тел конечных размеров. Регулярные режимы теплопроводности. Общая сравнительная характеристика методов решения нестационарных задач теплопроводности и диффузии.			
9-15	Введение в теорию конвективного тепломассообмена, пограничный слой	12	6	0
9 - 10	Введение в теорию конвективного тепломассообмена, пограничный слой Общая характеристика и методы изучения процессов конвективного тепломассопереноса. 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. Моделирование процессов тепломассообмена. Понятие и основные свойства динамического, теплового, диффузионного пограничного слоя. Дифференциальные и интегральные уравнения переноса количества движения, тепла и массы в пограничном слое. Условия однозначности. Теплоотдача при продольном обтекании пластины ламинарным потоком. Случай умеренных и очень малых значений числа Прандтля.	Всего аудиторных часов 3 Онлайн 0	2 0 0	0
11 - 12	Теплообмен при ламинарном и турбулентном течении жидкости в каналах Общая характеристика и границы существования ламинарного режима течения жидкости в каналах. Дифференциальное уравнение энергии и условия однозначности. Значения числа Нуссельта на участке стабилизированного теплообмена. Основные закономерности турбулентного переноса количества движения и тепла. Дифференциальные уравнения движения и энергии турбулентного потока. Турбулентный пограничный слой на пластине. Гидродинамическая теория теплообмена (аналогия Рейнольдса). Профили скорости и температуры в турбулентном потоке жидкости. Методы решения задач теплообмена при турбулентном течении в каналах. Расчет теплоотдачи в трубах некруглого поперечного сечения. Теплоотдача при продольном обтекании пучков стержней.	Всего аудиторных часов 3 Онлайн 0	2 0 0	0
13 - 14	Теплообмен при кипении и конденсации Условия зарождения паровой фазы в перегретой жидкости. Теплообмен при кипении жидкости в большом объеме. Кризисы теплоотдачи и их природа. Расчет	Всего аудиторных часов 3 Онлайн 0	1 0 0	0

	критической плотности теплового потока. Режимы течения и структура двухфазных смесей в каналах. Элементы гидродинамики двухфазных потоков, гидравлические сопротивления. Теплообмен при кипении в трубах. Кризисы теплообмена в условиях вынужденного течения. Пленочная и капельная конденсация. Ламинарный режим течения пленки конденсата, формула Нуссельта. Турбулентный режим. Интенсификация теплообмена при конденсации.		
15 - 16	Теплообмен излучением Основные понятия и определения. Интегральное и монохроматическое излучение. Понятие абсолютно черного тела. Серые тела. Законы теплового излучения. Радиационные характеристики поверхностей. Уравнения лучистого теплообмена между телами. Угловые коэффициенты излучения. Теплообмен между плоскими параллельными поверхностями. Влияние экранов на теплообмен излучением. Лучистый теплообмен между поверхностями, произвольно расположеннымными в пространстве. Расчет лучистого теплообмена в замкнутой системе двух тел.	Всего аудиторных часов 3 1 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>8 Семестр</i>
	1. Процессы стационарной теплопроводности в плоской стенке при отсутствии внутренних источников тепла. Процессы стационарной теплопроводности в плоской стенке при отсутствии внутренних источников тепла.ите здесь подробное описание пункта
	2. Процессы стационарной теплопроводности в цилиндрической и сферической стенках при отсутствии внутренних источников тепла. Процессы стационарной теплопроводности в цилиндрической и сферической стенках при отсутствии внутренних источников тепла.
	3. Процессы стационарной теплопроводности в телах с внутренним тепловыделением. Процессы стационарной теплопроводности в телах с внутренним тепловыделением.
	4. Нестационарные процессы теплопроводности.

	Нестационарные процессы теплопроводности.
	5. Теплопроводность тел с малым числом Био. Теплопроводность тел с малым числом Био.
	6. Термообмен в ламинарном пограничном слое на пластине. Термообмен в ламинарном пограничном слое на пластине.
	7. Термообмен при внешнем обтекании тел. Термообмен при внешнем обтекании тел.
	8. Термообмен при течении жидкости в каналах. Термообмен при течении жидкости в каналах.
	9. Термообмен при естественной конвекции. Термообмен при естественной конвекции.
	10. Термообмен при кипении и конденсации. Термообмен при кипении и конденсации.
	11. Термообмен излучением. Термообмен излучением.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Предусматривается широкое использование в учебном процессе активных форм проведения занятий (компьютерные практикумы, разбор домашних заданий, система контрольно-измерительных материалов) 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-1	З-ПК-1	3, СК-8, СК-15
	У-ПК-1	3, СК-8, СК-15
	В-ПК-1	3, СК-8, СК-15
ПК-1.2	З-ПК-1.2	3, СК-8, СК-15
	У-ПК-1.2	3, СК-8, СК-15
	В-ПК-1.2	3, СК-8, СК-15
ПК-2	З-ПК-2	3, СК-8, СК-15
	У-ПК-2	3, СК-8, СК-15
	В-ПК-2	3, СК-8, СК-15
ПК-4	З-ПК-4	3, СК-8, СК-15
	У-ПК-4	3, СК-8, СК-15
	В-ПК-4	3, 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 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко иочно 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		B	
75-84		C	
70-74	4 – «хорошо»	D	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
65-69			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	3 – «удовлетворительно»	E	
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, Jiji, Latif M. , Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg,, 2009
2. ЭИ Л 69 Примеры и задачи по тепломассообмену : учебное пособие, Крайнов А. В. [и др.], Санкт-Петербург: Лань, 2022
3. ЭИ Д 36 Тепломассообмен : , Дерюгин В. В., Уляшева В. М., Васильев В. Ф., Санкт-Петербург: Лань, 2022

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.039 З-15 Задачник по теплообмену в ЯЭУ : Учеб. пособие, Архипов В.В. [и др.], М.: МИФИ, 1992
2. 621.039 К43 Тепломассообмен в ядерных энергетических установках : учебное пособие для вузов, Кириллов П.Л., Богословская Г.П., Москва: ИздАТ, 2008
3. 536 И85 Теплопередача : Учебник для вузов, Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С., М.: Энергоиздат, 1981
4. 621.039 Д26 Теплопередача в ЯЭУ : учеб. пособие для вузов, Деев В.И., Москва: МИФИ, 2004
5. ЭИ Э41 Экспериментальные методы изучения процессов теплопередачи : (учебное пособие к лабораторному практикуму по курсу "Теория теплообмена"), , Москва: МИФИ, 2008
6. 536 Э41 Экспериментальные методы изучения процессов теплопередачи : (учебное пособие к лабораторному практикуму по курсу "Теория теплообмена"), , Москва: МИФИ, 2008

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<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 для ЭВМ. При экспериментальном исследовании теплового процесса полезно подробно изучить методы измерения необходимых теплофизических величин или параметров процесса, нужно знать основные характеристики применяемых средств измерений и приборов. Результаты опытов должны обязательно содержать оценку погрешностей проведенных измерений. 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 на лекциях и семинарских занятиях используется интерактивная форма проведения лекционных (20%) и семинарских занятий (75%). 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):

Куценко Кирилл Владленович, к.т.н., доцент

Рецензент(ы):

Харитонов В.С., Митрофанова О.В.