

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ТЕПЛОФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/423-573.1

от 20.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ ТЕПЛОМАССООБМЕНА

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 14.05.02 Атомные станции: проектирование,  
эксплуатация и инжиниринг

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
6	2	72	15	30	15		12	0	3
Итого	2	72	15	30	15	0	12	0	

## АННОТАЦИЯ

Плодотворная деятельность будущих выпускников в любых отраслях современного производства невозможна без знания основ тепломассопереноса. 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

Плодотворная деятельность будущих выпускников в любых отраслях современного производства невозможна без знания основ тепломассопереноса. 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.

С учетом определяющей роли и сложности процессов тепло- и массообмена подготовку инженеров-физиков для ядерной энергетики целесообразно проводить в два этапа. На первом этапе студентам преподается общий курс «Основы тепломассопереноса», на втором – специальный курс «Теория тепломассопереноса», в котором более полно и углубленно изучаются вопросы теории переноса тепла и массы, а также рассматриваются практические рекомендации, необходимые при расчетах и проектировании, как самого ядерного реактора, так и всего теплообменного оборудования ЯЭУ.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Учебная программа соответствует требованиям ОС НИЯУ МИФИ.

### 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	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
--	---------------------------	---	---

		<b>опыта)</b>	
<b>научно-исследовательский</b>			
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию, включая входящие в их состав системы контроля, защиты, управления и обеспечения ядерной и радиационной безопасности	ядерно-физические процессы, протекающие в оборудовании и устройствах для выработки, преобразования и использования ядерной и тепловой энергии; безопасность эксплуатации и радиационный контроль атомных объектов и установок;	ПК-4 [1] - Способен составить отчет по выполненному заданию, готов к участию во внедрении результатов исследований и разработок в области проектирования и эксплуатации ЯЭУ  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078, 40.008, 40.011	З-ПК-4[1] - знать нормативные документы для составления отчетов по выполненным заданиям; ; У-ПК-4[1] - уметь обобщать и анализировать научно-техническую информацию;; В-ПК-4[1] - владеть методами проектирования ЯЭУ и внедрения результатов исследований в эксплуатацию
<b>проектный</b>			
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию, включая входящие в их состав системы контроля, защиты, управления и обеспечения ядерной и радиационной безопасности	ядерно-физические процессы, протекающие в оборудовании и устройствах для выработки, преобразования и использования ядерной и тепловой энергии; ядерно-энергетическое оборудование атомных электрических станций и других ядерных энергетических установок; безопасность эксплуатации и радиационный контроль атомных объектов и установок;	ПК-6 [1] - Способен к конструированию и проектированию узлов и элементов аппаратов и систем в соответствии с техническим заданием и требованиями безопасной работы с использованием средств автоматизации проектирования  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078, 40.008	З-ПК-6[1] - знать требования безопасной работы, предъявляемые к узлам и элементам систем; ; У-ПК-6[1] - уметь конструировать и проектировать элементы систем в соответствии с техническим заданием;; В-ПК-6[1] - владеть средствами автоматизации проектирования

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное	Создание условий,	1.Использование воспитательного

воспитание	обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (B17)	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 (B18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания

	<p>решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)</p>	<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <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/ 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	1-8	8/15/8		25	СК-8	З-ПК-4, У-ПК-4, В-

	теплопереноса. Стационарная теплопроводность и диффузия.						ПК-4, З-ПК- 6, У- ПК-6, В- ПК-6
2	Нестационарные процессы теплопроводности и диффузии. Введение в теорию конвективного теплообмена. Пограничный слой.	9-15	7/15/7		25	СК-15	З-ПК- 4, У- ПК-4, В- ПК-4, З-ПК- 6, У- ПК-6, В- ПК-6
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		15/30/15		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 6 Семестр</b>				50	3	З-ПК- 4, У- ПК-4, В- ПК-4, З-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:

<b>Обозна чение</b>	<b>Полное наименование</b>
СК	Семестровый контроль
З	Зачет

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недел и	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем. , час.	Лаб., час.
	<i>6 Семестр</i>	15	30	15
<b>1-8</b>	<b>Основные механизмы и законы переноса тепла и массы. Дифференциальные уравнения</b>	8	15	8

	<b>теплопереноса. Стационарная теплопроводность и диффузия.</b>			
1 - 2	<b>Общая характеристика процессов теплопереноса</b> 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.	Всего аудиторных часов		
		2	4	2
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	<b>Основные законы теплопереноса</b> Эмпирические законы переноса количества движения, тепла и массы (законы Ньютона, Био – Фурье, Фика). Коэффициенты переноса. Числа Прандтля, Шмидта, Льюиса – Семенова.	Всего аудиторных часов		
		2	4	2
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	<b>Дифференциальные уравнения теплопереноса</b> Уравнения неразрывности, движения вязкой жидкости, переноса вещества и энергии в многокомпонентной среде. Условия однозначности для процессов переноса. Закон Ньютона – Рихмана. Коэффициенты тепло- и массоотдачи.	Всего аудиторных часов		
		2	4	2
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	<b>Стационарная теплопроводность и диффузия</b> Дифференциальные уравнения теплопереноса в объеме неподвижных сред. Начальные и граничные условия для процессов теплопроводности и диффузии. Методы решения стационарных задач.	Всего аудиторных часов		
		2	3	2
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	<b>Нестационарные процессы теплопроводности и диффузии. Введение в теорию конвективного теплообмена. Пограничный слой.</b>	7	15	7
9	<b>Некоторые задачи стационарной теплопроводности и диффузии</b> Теплопроводность и диффузия в телах простой геометрической формы (плоская, цилиндрическая и шаровая стенки). Коэффициенты тепло- и массопередачи. Термические и диффузионные сопротивления. Число Био. Особенности температурных полей в тепловыделяющих элементах ядерных реакторов. Теплопроводность тел с пренебрежимо малым внутренним термическим сопротивлением. Теплопередача через ребристые стенки. Методы интенсификации теплоотдачи от тепловыделяющих элементов ядерных реакторов.	Всего аудиторных часов		
		2	3	2
		Онлайн		
		0	0	0
10	<b>Нестационарные процессы теплопроводности и диффузии</b> Теплопроводность полуграниченного массива. Нагревание (охлаждение) неограниченной пластины, бесконечно длинного цилиндра, шара. Нагревание (охлаждение) тел конечных размеров. Регулярные режимы теплопроводности. Теплопроводность в системах с подвижными границами. Общая сравнительная характеристика методов решения нестационарных задач теплопроводности и диффузии.	Всего аудиторных часов		
		2	3	2
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	<b>Введение в теорию конвективного теплообмена</b> Общая характеристика и методы изучения процессов конвективного теплопереноса. Понятие о подобии физических явлений. Условия подобия. Критерии подобия	Всего аудиторных часов		
		1	3	1
		Онлайн		
		0	0	0

	и уравнения подобия. Прямая и обратная теоремы метода подобия. Метод анализа размерностей физических величин, П-теорема. Моделирование процессов теплообмена.			
13 - 14	<b>Пограничный слой</b> Понятие и основные свойства динамического, теплового, диффузионного пограничного слоя. Дифференциальные и интегральные уравнения переноса количества движения, тепла и массы в пограничном слое. Условия однозначности. Тройная аналогия. Теплоотдача при продольном обтекании пластины ламинарным потоком. Случаи умеренных и очень малых значений числа Прандтля.	Всего аудиторных часов		
		1	3	1
		Онлайн		
		0	0	0
15	<b>Заключительная лекция</b> Обзор результатов современной теории теплопроводности и диффузии и их применение при решении практических задач в тепловой и ядерной энергетике.	Всего аудиторных часов		
		1	3	1
		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 ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>6 Семестр</i>
1 - 2	<b>Теплопроводность в телах простейшей геометрической формы с переменным коэффициентом теплопроводности (вариант 1, плоская стенка)</b> Теплопроводность в телах простейшей геометрической формы с переменным коэффициентом теплопроводности (вариант 1, плоская стенка)
3 - 4	<b>Теплопроводность в двухслойной стенке. Критическая толщина тепловой изоляции (вариант 2, цилиндрическая стенка)</b> Теплопроводность в двухслойной стенке. Критическая толщина тепловой изоляции (вариант 2, цилиндрическая стенка)
5 - 6	<b>Передача тепла через ребра (вариант 2, труба с кольцевыми ребрами)</b> Передача тепла через ребра (вариант 2, труба с

	кольцевыми ребрами)
7 - 8	<b>Распределение температуры в тепловыделяющих элементах ядерных реакторов (ТВЭЛы с дисперсионным топливом, вариант 4)</b> Распределение температуры в тепловыделяющих элементах ядерных реакторов (ТВЭЛы с дисперсионным топливом, вариант 4)
9 - 10	<b>Двухмерное температурное поле (вариант 6)</b> Двухмерное температурное поле (вариант 6)
11 - 12	<b>Нестационарные тепловые процессы в тепловыделяющих элементах ядерных реакторов (вариант 3)</b> Нестационарные тепловые процессы в тепловыделяющих элементах ядерных реакторов (вариант 3)
13 - 14	<b>Теплопередача тел при пренебрежимо малом внутреннем термическом сопротивлении (вариант 2а)</b> Теплопередача тел при пренебрежимо малом внутреннем термическом сопротивлении (вариант 2а)
15 - 16	<b>Многомерные задачи теплопроводности (вариант 5)</b> Многомерные задачи теплопроводности (вариант 5)

#### ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>6 Семестр</i>
1 - 3	<b>1. Процессы стационарной теплопроводности в плоской стенке при отсутствии внутренних источников тепла.</b> 1. Процессы стационарной теплопроводности в плоской стенке при отсутствии внутренних источников тепла.
4 - 6	<b>2. Процессы стационарной теплопроводности в цилиндрической и сферической стенках при отсутствии внутренних источников тепла.</b> 2. Процессы стационарной теплопроводности в цилиндрической и сферической стенках при отсутствии внутренних источников тепла.
7 - 8	<b>3. Процессы стационарной теплопроводности в телах с внутренним тепловыделением.</b> 3. Процессы стационарной теплопроводности в телах с внутренним тепловыделением.
9 - 11	<b>4. Нестационарные процессы теплопроводности.</b> 4. Нестационарные процессы теплопроводности.
12 - 14	<b>5. Теплопроводность тел с малым числом Био.</b> 5. Теплопроводность тел с малым числом Био.
15	<b>6. Теплообмен в ламинарном пограничном слое на пластине.</b> 6. Теплообмен в ламинарном пограничном слое на пластине.

#### 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Предусматривает широкое использование в учебном процессе активных форм проведения занятий ( лекции, презентации, встречи с заведующими кафедр и ведущими учеными, разбор конкретных ситуаций, тестирование, 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)
ПК-4	З-ПК-4	З, СК-8, СК-15
	У-ПК-4	З, СК-8, СК-15
	В-ПК-4	З, СК-8, СК-15
ПК-6	З-ПК-6	З, СК-8, СК-15
	У-ПК-6	З, СК-8, СК-15
	В-ПК-6	З, 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 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		E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала,
60-64			

			но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
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. 621.039 С12 Физическая теория ядерных реакторов Ч.2 Теория возмущений и медленные нестационарные процессы, Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
3. ЭИ С12 Физическая теория ядерных реакторов Ч.2 Теория возмущений и медленные нестационарные процессы, Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
4. ЭИ Н34 Физические основы безопасности ядерных реакторов : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
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. 621.039 К43 Тепломассообмен в ядерных энергетических установках : учебное пособие для вузов, П. Л. Кириллов, Г. П. Богословская, Москва: ИздАТ, 2008
7. 536 Э41 Экспериментальные методы изучения процессов теплопередачи : (учебное пособие к лабораторному практикуму по курсу "Теория теплообмена"), ред. : В. И. Деев, Москва: МИФИ, 2008
8. ЭИ Э41 Экспериментальные методы изучения процессов теплопередачи : (учебное пособие к лабораторному практикуму по курсу "Теория теплообмена"), ред. : В. И. Деев, Москва: МИФИ, 2008

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Д26 Основы расчета судовых ЯЭУ : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012

2. 629 Д26 Основы расчета судовых ЯЭУ : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
3. 621.039 С74 Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной энергетике Т.2 Ядерные реакторы, теплообменники, парогенераторы, Москва: ИздАТ, 2013
4. 621.039 С74 Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной энергетике Т.3 Теплогидравлические процессы при переходных и нестандартных режимах. Тяжелые аварии. Защитная оболочка. Коды, их возможности, неопределенности, Москва: ИздАТ, 2014
5. 621.039 Н34 Физические основы безопасности ядерных реакторов : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
6. 621.039 Т34 Теплообмен в ядерных энергетических установках : учеб. пособие для вузов, Б. С. Петухов [et al.], М.: МЭИ, 2003
7. 621.039 З-15 Задачник по теплообмену в ЯЭУ : Учеб. пособие, В. В. Архипов [и др.], М.: МИФИ, 1992
8. 621.039 Т34 Теплообмен в ядерных энергетических установках : сборник задач, В. В. Архипов [и др.] ; ред. : В. И. Деев, Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
9. 536 Д26 Решение задач теплообмена на ЭВМ : Пособие к лаб. практикуму по курсу "Теория тепломассопереноса", В. И. Деев, И. Г. Меринов, М.: МИФИ, 2000
10. 536 И85 Теплопередача : Учебник для вузов, В. П. Исаченко, В. А. Осипова, А. С. Сукомел, М.: Энергоиздат, 1981
11. 621.039 Д26 Теплопередача в ЯЭУ : учеб. пособие для вузов, В.И.Деев, Москва: МИФИ, 2004
12. 621.039 С74 Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной энергетике Т.1 Теплогидравлические процессы в ЯЭУ, П. Л. Кириллов [и др.], Москва: ИздАТ, 2010
13. 621.039 К43 Тепломассообмен в ядерных энергетических установках : , П. Л. Кириллов, Г. П. Богословская, Москва: Энергоатомиздат, 2000
14. 536 Т33 Теория тепломассообмена : Учебник для вузов, Под ред. А.И. Леонтьева, М.: Высш. школа, 1979

#### 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. ТВЭЛ (<http://www.tvel.ru>)

5. 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 обратить особое внимание на физический смысл законов теплопереноса, хорошо знать основные уравнения, описывающие процессы переноса тепла и массы, правильно формулировать условия однозначности. Нужно ясно понимать, какие теплофизические параметры (коэффициенты переноса) определяют рассматриваемый процесс, знать размерности этих коэффициентов, а также уметь составлять из них безразмерные комплексы (критерии подобия). Особо важными понятиями в процессах теплопереноса являются такие величины как плотность потока тепла или массы, термические или диффузионные сопротивления, коэффициенты тепло- или массоотдачи, от них зависит интенсивность обмена теплом или массой между телами, между телом и окружающей средой.

При выполнении практических работ очень важно уяснить поставленную задачу, правильно сформулировать ее математическое описание, знать методы решения записанной системы уравнений, уметь использовать современные вычислительные средства, существующие программные комплексы для ЭВМ, грамотно оформить полученный результат.

## **11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

В помощь лектору, а также преподавателям, ведущим практические занятия по курсу, рекомендуется использовать следующие учебные пособия, методические и справочные материалы.

При чтении лекций по курсу –

1. Деев В.И. Теплопередача в ЯЭУ: Учебное пособие. – М.: МИФИ, 2004. – 188 с.
2. Теплообмен в ядерных энергетических установках: Учебное пособие для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. / Б.С. Петухов, Л.Г. Генин, С.А. Ковалев, С.Л. Соловьев. – М.: Издательство МЭИ, 2003. – 548 с.
3. Кириллов П.Л., Богословская Г.П. Теплообмен в ядерных энергетических установках: Учебное пособие для вузов; 2-е изд., перераб. – М.: ИздАт, 2008. – 256 с.
4. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача: Учебник для вузов. – М.: Энергоиздат, 1981. – 417 с.
5. Теория теплообмена: Учебник для вузов / С.И. Исаев, И.А. Кожинов, В.И. Кофанов и др.; Под ред. А.И. Леонтьева. – М.: Высшая школа, 1979. – 495 с.

При проведении практических занятий –

1. Задачник по теплообмену в ЯЭУ: Учебное пособие / В.В. Архипов, В.И. Деев, А.С. Корсун, Ю.Е. Похвалов. – М.: МИФИ, 1992. – 72 с.

2. Краснощеков Е.А., Сукомел А.С. Задачник по теплопередаче. □ М.: «Энергия», 1980. □ 288 с.

3. Кириллов П.Л., Юрьев Ю.С., Бобков В.П. Справочник по теплогидравлическим расчетам (ядерные реакторы, теплообменники, парогенераторы). Под общ. ред. П.Л. Кириллова. □ 2-е изд., перераб. и доп. □ М.: Энергоатомиздат, 1990. □ 360 с.

4. Кириллов П.Л., Терентьева М.И., Денискина Н.Б. Теплофизические свойства материалов ядерной техники: Учебное справочное пособие для студентов / Под общ. ред. П.Л. Кириллова. □ 2-е изд., перераб. и доп. □ М.: ИздАт, 2007. □ 200 с.

1. Деев В.И., Меринов И.Г. Решение задач теплообмена на ЭВМ: Пособие к лабораторному практикуму по курсу «Теория тепломассопереноса». – М.: МИФИ, 2000. – 68 с.

2. Лабораторный практикум по курсу «Теория теплообмена» / В.И. Деев, А.С. Корсун, А.А. Одинцов, Ю.Е. Похвалов. – М.: МИФИ, 1993. – 68 с.

3. Экспериментальные методы изучения процессов теплопередачи (пособие к лабораторному практикуму) / В.И. Деев, А.С. Корсун, В.А. Корсун и др.; Под ред. проф. В.И. Деева. – М.: МИФИ, 2008. – 112 с.

Автор(ы):

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

Рецензент(ы):

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