

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Декан физико-технического факультета
Профессор

_____ Э.Р. Шрагер

" ____ " _____ 2016 г.

Рабочая программа дисциплины
Процессы теплопередачи в технических устройствах

Направление подготовки
16.04.01 - Техническая физика

Профиль подготовки
Макрокинетика горения высокоэнергетических материалов

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная

Томск–2016

1. Код и наименование дисциплины

16.04.01 - Техническая физика. Процессы теплопередачи в технических устройствах.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Относится к вариативной части ООП.

3. Год/годы и семестр/семестры обучения.

1 год обучения, 1 семестр

4. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть).

Дисциплина «Процессы теплопередачи в технических устройствах» опирается на ООП бакалавриата Техническая физика.

Для изучения и понимания материала данной дисциплины обучающийся должен знать математический анализ, теорию обыкновенных дифференциальных уравнений, основы линейной алгебры, методы математической физики.

5. Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единиц, 108 часов, из которых 34 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (16 часов – занятия лекционного типа, 18 часов – занятия семинарского типа, 16 часов – лабораторные работы), 54 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

6. Формат обучения (*отметить, если дисциплина или часть ее реализуется в форме электронного (дистанционного) обучения*).

7. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

способностью критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты (ПК-5).

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-5, III уровень	<p>Владеть: способностью анализировать проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, провести планирование работ по ее выполнению. В (ПК-5) –III</p> <p>Уметь: выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты, анализировать полученные результаты теоретического моделирования У (ПК-5) –III</p> <p>Знать: адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, представлять и применять полученные результаты. З (ПК-5) –III</p>

8. Содержание дисциплины (модуля) и структура учебных видов деятельности

Наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)			Самостоятельная работа (час.)
		Лекции	Пр.	Лаб.	
Конвективный теплообмен. Основные понятия и определения. Подobie и моделирование процессов конвективного теплообмена. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. Гидродинамический и тепловой пограничные слои. Турбулентный перенос тепла. Теплоотдача при вынужденном течении жидкости в трубах, при свободном движении жидкости, при течении газа с большой скоростью.	20	4	4	4	8
Теплоотдача при фазовых и химических превращениях. Теплообмен при конденсации пара. Теплообмен при кипении жидкости.	30	4	4	4	18
Тепло- и массообмен в двухкомпонентных средах. Дифференциальные уравнения тепло- и массообмена. Тепло- и массоотдача. Критерии подобия. Тройная аналогия. Теплообмен излучением между твердыми телами, расположенными в прозрачной среде. Теплообмен в поглощающих и излучающих средах.	30	4	6	4	16
Теплообменные аппараты. Холодильные машины. Конденсаторы. Испарители. Градирни. Теплообменные устройства. Воздухоохлаждаемые теплообменники Тепловые трубы. Топки и камеры сгорания. Сушильные установки. Теплообмен в РДТТ, в ЖРД, в ДВС, в АУ, в котлах.	28	4	4	4	16
Итого	108	16	18	16	54

9. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю).

Содержание вопросов для докладов на семинарах

Теплоотдача при конденсации пара на поверхности пластинки. Решение Нуссельта.

Теплоотдача при кипении жидкости.

Теплообмен при движении тел в атмосфере с большой скоростью. Теплозащитные покрытия, виды теплозащитного покрытия, физический механизм работы теплозащитного покрытия.

Теплообмен тел, двигающихся в разреженной атмосфере.

Принцип работы холодильника.
Теплоотдача при турбулентном движении жидкости вдоль пластинки.
Теплоотдача при испарении жидкости.
Особенности теплообмена при химических превращениях. Гетерогенные реакции на поверхности. Гомогенные реакции в потоке.
Теплообмен при свободной конвекции.
Особенности тепло- и массопереноса в газах и жидкостях.
Теплообмен при обтекании пластинки потоком ионизированного газа.
Теплообменные аппараты. Холодильные машины. Конденсаторы.
Градири. Теплообменные устройства. Воздухоохлаждаемые теплообменники.
Тепловые трубы.
Теплообмен в РДТТ.
Теплообмен в ЖРД.
Теплообмен в ДВС.
Теплообмен в АУ.
Теплообмен в котлах.

Комплект заданий для самостоятельной работы студентов
Вывод уравнения переноса тепла в сплошной среде с учетом химических реакций.
Способы определения теплофизических характеристик материалов.
Применение метода разделения переменных для решения конкретных задач теплофизики.
Применения анализа размерностей для решения физических задач.
Вывод интегральных уравнений гидродинамического и теплового пограничных слоев.
Теплообмен при обтекании пластинки потоком жидкости. Интегральное соотношение теории погранслоя.
Теплообмен при течении жидкости в трубе.
Турбулентный перенос теплоты и количества движения.
Использование свободной конвекции для интенсификации теплообмена. Теплообмен при свободной конвекции.
Способы интенсификации теплообмена в технических устройствах.
Теплоотдача при течении газа с большой скоростью. Теплозащитные покрытия.
Теплообмен летательных аппаратов при их движении со сверхзвуковой скоростью.
Теплообмен в ДВС.
Теплообмен в РДТТ и ЖРД.
Границы использования диффузионного приближения лучистого теплопереноса в оптически толстых средах.
Теплоперенос в газодисперсных средах.

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов состоит:

- в изучении теоретических разделов курса
- в подготовке к практическим занятиям
- в подготовке к семинарским докладам по курсу

10. Форма промежуточной аттестации и фонд оценочных средств, включающий:

- Перечень компетенций выпускников образовательной программы, в формировании которых участвует дисциплина (модуль), и их карты.
способностью критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты (ПК-5).

КАРТА КОМПЕТЕНЦИИ

КОМПЕТЕНЦИЯ: ПК-5. Готовностью и способностью применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для создания инновационных принципов, постановок задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

– профессиональная компетенция выпускника образовательной программы по направлению подготовки высшего образования Техническая физика, уровень ВО Магистратура

Для освоения компетенции обучающийся должен знать теорию обыкновенных дифференциальных уравнений, методы математической физики, численные методы решения задач тепло- и массопереноса, процессы теплопередачи в технических устройствах, методы параллельных вычислений, пакеты прикладных программ

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

Уровень освоения компетенции*	Планируемые результаты обучения** (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
		1	2	3	4	5
(ПК-5) –III	Владеть: способностью анализировать проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, провести планирование работ по ее выполнению. В (ПК-5) –III	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков	В целом успешное, но не систематическое применение навыков	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков	Успешное и систематическое применение навыков
	Уметь: выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты, анализировать полученные результаты теоретического моделирования У (ПК-5) –III	Отсутствие умений	Частично освоенное умение	В целом успешно, но не систематическое	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы	Сформированное умение
	Знать: адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, представлять и применять полученные результаты. З (ПК-5) –III	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания

- Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций

Комплект заданий и вопросов для текущей и промежуточной аттестации

1. Конвективный теплоперенос. Понятия гидродинамического и теплового пограничных слоев.
2. Теплообмен при обтекании пластинки потоком жидкости. Интегральное соотношение теории погранслоя.
3. Теплообмен при течении жидкости в трубе.
4. Турбулентный перенос теплоты и количества движения.
5. Свободная конвекция. Теплообмен при свободной конвекции.
6. Теплообмен в разреженных газах.
7. Теплоотдача при течении газа с большой скоростью.
8. Тепло- и массообмен при химических превращениях.
9. Теплоперенос излучением: основные понятия, законы излучения.
10. Теплообмен излучением между двумя телами, произвольно расположенными в пространстве.
11. Диффузионное приближение лучистого теплопереноса в оптически толстых средах.
12. Теплоперенос в газодисперсных средах.
13. Уравнение переноса лучистой энергии в поглощающей среде. Закон Бугера.

Образцы контрольных билетов

Билет №1.

1. Конвективный теплоперенос. Понятия гидродинамического и теплового пограничных слоев.
2. Теплообмен при обтекании пластинки потоком жидкости. Интегральное соотношение теории погранслоя.

Билет №2.

1. Теплообмен при течении жидкости в трубе.
2. Турбулентный перенос теплоты и количества движения.

Билет №3.

1. Свободная конвекция. Теплообмен при свободной конвекции.
2. Теплообмен в разреженных газах.

Билет №4.

1. Теплоотдача при течении газа с большой скоростью.
2. Тепло- и массообмен при химических превращениях.

Билет №5.

1. Теплоперенос излучением: основные понятия, законы излучения.
2. Теплообмен излучением между двумя телами, произвольно расположенными в пространстве.

Билет №6.

1. Теплоперенос в газодисперсных средах.
2. Уравнение переноса лучистой энергии в поглощающей среде. Закон Бугера.

Билет №7.

1. Турбулентный перенос теплоты и количества движения.
2. Свободная конвекция. Теплообмен при свободной конвекции.

Билет №8.

1. Свободная конвекция. Теплообмен при свободной конвекции.
2. Теплоперенос в газодисперсных средах.

Билет №9.

1. Теплообмен при течении жидкости в трубе.
2. Теплообмен при обтекании пластинки потоком жидкости. Интегральное соотношение теории погранслоя.

Билет №10.

1. Теплоотдача при течении газа с большой скоростью.
2. Свободная конвекция. Теплообмен при свободной конвекции.

- Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения.

На основе содержания курса, по каждому из разделов сформулированы вопросы, обсуждаемые в ходе работы с преподавателем. Круг вопросов может выходить за рамки содержания данной дисциплины и касается изложения курсов, перечисленных в разделе 8 настоящей программы. Уровень подготовки обучающегося и его оценка выявляются в результате собеседований. Самостоятельная работа студентов опирается на ряд учебных пособий. В основе итоговой оценки лежит качество освоения разделов дисциплины с учётом степени активности каждого слушателя в ходе проведения семинаров.

11. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы.
а) основная литература

1. Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Тепломассообмен. Учебное пособие для вузов. 2005.
2. Арутюнов В.А., Капитанов В.А., Левицкий И.А., Шибалов С.Н. Теплофизика, теплотехника, теплообмен. Тепломассоперенос. Топливо и огнеупоры. Тепловая работа печей. Лабораторный практикум - Москва: МИСиС, 2007.- 136 с.
3. Ерофеев В.Л. , Семенов П.Д. , Пряхин А.С. Теплотехника: Учебник для ВУЗов. Академкнига, 2008, 488 с.
4. Луканин В.Н., Шатров М.Г. и др. Теплотехника: Учебник Высшая школа. 2009, 671 с.
5. Ляшков В.И. Теоретические основы теплотехники: Учебное пособие. - Москва. Издательство "Машиностроение", 2005. - 260 с.
6. Князева А.Г. Теплофизические основы современных высокотемпературных технологий. Томск: Изд-во ТПУ. 2009 г. 357 с.
7. Крайнов А.Ю. Основы теплопередачи. Теплопередача через слой вещества: (учебное пособие) Томск: Изд-во STT, 2016. 48 с.

б) дополнительная литература

1. Самарский А.А. Вабищевич П.Н. Вычислительная теплопередача. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 784 с.
2. Себеси Т., Брэдшоу. Конвективный теплообмен. М.: Мир, 1987.

3. Юдаев Б.Н. Теплопередача. М.: Высшая школа. - 1981.-319 с.
4. Петухов Б.С. Вопросы теплообмена. М.: Наука.-1987.-280 с.
5. Лыков А.В. Теория теплопроводности. - М.: Высшая школа.-1967.-600с.
6. Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред. Т.1, 2. М.: Наука.-1987.
7. Кутателадзе С.С., Накоряков Е.Н. Тепломассообмен и волны в газожидкостных системах. Новосибирск: Наука. - 1984. - 302 с.
8. Дульнев Г.Н., Парфенов В.Г., Сигалов А.В. Применение ЭВМ для решения задач теплообмена. Учебное пособие для теплофизич. и теплоэнергетич спец. вузов. – М.: Высшая школа, 1990. 207 с.
9. Бурдаков В.П. Авиационная и ракетно-космическая теплотехника. Введение в специальность: Учебное пособие. - М.: Изд-во МАИ, 1998. - 96 с.: ил.
10. Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Тепломассообмен. Учебное пособие для вузов. 2005.

- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет.
- <http://www.lib.tsu.ru/> – Научная библиотека ТГУ
- <http://e.lanbook.com/> – Электронно-библиотечная система издательства «Лань»
- <http://www.diss.rsl.ru/> – Электронная библиотека диссертаций РГБ
- <http://elibrary.ru/> – Научная электронная библиотека

- Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости).

Для самостоятельной работы студентов имеется Интернет ресурсы научной библиотеки ТГУ с выходом на базы других библиотек.

- Описание материально-технической базы.

Курс обеспечен наличием на факультете компьютерных классов, доступом в сеть Интернет, наличием в библиотеке ТГУ достаточного количества учебников и учебных пособий. Все виды информационных ресурсов Научной библиотеки ТГУ. Информационные источники сети Интернет.

12. Язык преподавания.

Русский

13. Преподаватель (преподаватели).

Автор _____ А.Ю. Крайнов

Рецензент (ы) _____

Программа одобрена на заседании Ученого совета физико-технического факультета ТГУ от 21 апреля 2016 года, протокол № 44.