

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический
университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
А.В. Бурмистров
«10.» 09. 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ОД.7 Теплообмен
Направление подготовки: 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы
в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»
Профиль подготовки: Машины и аппараты химических производств
Квалификация (степень) выпускника бакалавр
Форма обучения очная
Институт, факультет ИХИМ, МФ
Кафедра-разработчик рабочей программы ТОТ
Курс, семестр 3 курс, 5 семестр

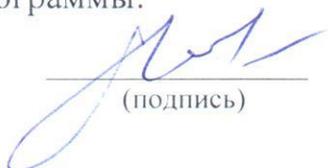
	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0.5
Лабораторные занятия	18	0.5
Самостоятельная работа	72	2
Форма аттестации	Зачет	
Всего	108	3

Казань, 2018

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 227 от 12.03. 2015 года по направлению 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» для профиля «Машины и аппараты химических производств», на основании учебного плана набора обучающихся 2016, 2017, 2018 годов.

Разработчик программы:

профессор
(должность)


(подпись)

Максудов Р. Н.
(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОТ
протокол от 28.08 2018 г. № 1

Зав. кафедрой


(подпись)

Гумеров Ф. М.
(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии механического факультета
от 3.09.18 № 7

Председатель комиссии, доцент


(подпись)

А.В. Гаврилов
(Ф.И.О.)

Нач. УМЦ, доцент


(подпись)

Л.А. Китаева
(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины:

Целями освоения дисциплины «Теплообмен» являются:

- а) дать основные сведения по процессам переноса тепла и массы, достаточные для проведения тепловых расчетов технологического оборудования;
- б) подготовка бакалавров, владеющих навыками грамотной эксплуатации современного теплового оборудования при максимальной экономии топлива и материалов, интенсификация и оптимизация современных энерготехнологических процессов;

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы:

Дисциплина «Теплообмен» относится к обязательным дисциплинам вариативной части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Теплообмен» бакалавр по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Математика
- б) Физика

Дисциплина «Теплообмен» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) Машины и аппараты химических производств;
- б) Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Теплообмен» могут быть использованы при выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

1. ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию;
2. ПК-15 способностью планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты;

4. В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

- а) основные законы и фундаментальные принципы тепло- и массообмена;

б) методы теплового расчета при проектировании или реконструкции парогенерирующих установок;

в) знать свойства источников энергии при их выборе для осуществления заданного теплотехнологического процесса;

г) основные законы переноса тепла и массы;

д) методы расчета теплообменных аппаратов.

2) **Уметь:**

а) определять термодинамические параметры и теплофизические свойства различных газов, водяного пара и других веществ;

б) выполнять расчеты при проектировании или энергетической модернизации различных тепло- и массообменных аппаратов и установок с применением методов математического и физического моделирования, с использованием современных средств вычислительной техники.;

в) пользоваться справочной литературой, диаграммами.

3) **Владеть:**

а) методами повышения эффективности использования подводимой энергии;

б) основами расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования.

4. Структура и содержание дисциплины «Теплообмен»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов,

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекция	Семинар (Практическое занятие)	Лабораторные работы	СРС	
1	Тема 1. Теплопроводность Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности.	5	2			8	Тестирование
2	Тема 2. Теплопроводность при стационарном режиме.	5	2			8	Тестирование
3	Тема 3. Конвективный теплообмен и теплоотдача.	5	2		6	8	Защита лабораторных работ, тестирование
4	Тема 4. Интенсификация процессов теплопередачи.	5	2		4	8	Тестирование. Защита лабораторных работ

5	Тема 5. Математическое описание процесса теплоотдачи.	5	2			8	Тестирование.
6	Тема 6. Основы теории подобия, константы и инварианты подобия.	5	2			8	Тестирование
7	Тема 7. Основы расчета теплообменных аппаратов.	5	2			8	Тестирование, защита расчетно-графической работы
8	Тема 8. Теплоотдача при кипении и конденсации.	5	2		4	8	Защита лабораторных работ, тестирование
9	Тема 9. Теплообмен при излучении. Законы теплового излучения.	5	2		4	8	Защита лабораторных работ, тестирование
	ИТОГО		18		18	72	Зачет

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 1. Теплопроводность. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности.	2	Теплопередача - сложный комплексный процесс. Элементарные формы переноса теплоты: теплопроводность, конвекция и тепловое излучение.	Теплопроводность. Основной закон теплопроводности Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности.	ОК-7
2	Тема 2. Теплопроводность при стационарном режиме.	2	Теплопроводность при стационарном режиме однослойной и многослойной плоской и цилиндрической стенок.	Вывод расчетных уравнений теплопроводности при стационарном режиме для случая однослойной и многослойной плоской и цилиндрической стенок	ОК-7
3	Тема 3. Конвективный теплообмен и теплоотдача.	2	Конвективный теплообмен и теплоотдача. Закон Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Процессы теплопередачи.	Основное уравнение теплопередачи, коэффициент теплопередачи и полное термическое сопротивление. Теплопередача через плоскую стенку. Теплопередача через цилиндрическую стенку. Линейный коэффициент теплопередачи и полное линейное термическое сопротивление. Расчет площади поверхности теплообменного аппарата имеющего цилиндрическую форму.	ОК-7, ПК-15
4	Тема 4. Интенсификация процессов теплопередачи.	2	Интенсификация процессов теплопередачи. Теплопередача через ребристую стенку. Тепловая изоляция.	Основы расчета теплообменных аппаратов. Проектный и поверочный расчеты. Средняя логарифмическая разность температур. Условие рационального выбора материала для тепловой изоляции. Последовательность расчета тепловой изоляции наносимой на трубопроводы.	ОК-7, ПК-15

5	Тема 5. Математическое описание процесса теплоотдачи.	2	Математическое описание процесса теплоотдачи.	Математическое описание процесса теплоотдачи. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена: энергии, движения, неразрывности. Условия однозначности.	ОК-7
6	Тема 6. Основы теории подобия, константы и инварианты подобия.	2	Основы теории подобия, константы и инварианты подобия. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена для пограничного слоя в безразмерных переменных.	Метод масштабных преобразований. Числа подобия. Три теоремы подобия. Уравнения подобия, физический смысл чисел гидродинамического и теплового подобия.	ОК-7, ПК-15
7	Тема 7. Основы расчета теплообменных аппаратов.	2	Тепловые процессы и аппараты.	Тепловой расчет теплообменных аппаратов. Расчет тепловой производительности и конечных температур рабочих жидкостей. Требования к теплоносителям, области их применения. Классификация и конструкция теплообменников.	ОК-7, ПК-15
8	Тема 8. Теплоотдача при кипении и конденсации.	2	Теплоотдача при кипении. Механизм явления. Пленочная и капельная конденсация.	Пузырьковое и пленочное кипение. Кризисы кипения. Расчет коэффициента теплоотдачи в условиях ламинарного, ламинарно-волнового, и смешанного режимов течения пленки конденсата. Влияние на интенсивность теплоотдачи при пленочной конденсации присутствующих в паре неконденсирующихся газов, других факторов.	ОК-7, ПК-15
9	Тема 9. Теплообмен при излучении. Законы теплового излучения.	2	Законы теплового излучения	Законы Планка, смещение Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа. Спектры излучения. Сложный теплообмен	ОК-7, ПК-15

6. Содержание семинарских, практических занятий (лабораторного практикума)

— не предусмотрено учебным планом

7. Содержание лабораторных занятий (если предусмотрено учебным планом)

Учебным планом предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Теплообмен» для студентов очной формы обучения в объеме 18 часов. Цель проведения лабораторных занятий - усвоение лекционного материала, а также выработка студентами умений, связанных с обработкой экспериментальных данных.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 3. Конвективный теплообмен и теплоотдача.	6	Исследование теплоотдачи при свободной конвекции и вынужденной конвекции	Конвективный теплообмен. Теплоотдача. Тепловой поток. Теоремы подобия. Пограничный слой. Получение уравнения подобия на основе экспериментальных данных.	ОК-7ПК-15
2	Тема 4. Интенсификация процессов теплопередачи.	4	Исследование процесса теплопередачи в теплообменном аппарате с ребренными стенками	Основы расчета теплообменных аппаратов. Интенсификация процессов теплопередачи. Расчет коэффициента теплопередачи	ОК-7, ПК-15
3	Тема 8. Теплоотдача при кипении и конденсации.	4	Исследование процесса теплоотдачи при пузырьковом кипении воды в большом объеме при атмосферном давлении	Измерение коэффициентов теплоотдачи при пузырьковом кипении воды. Получение уравнения подобия на основе экспериментальных данных.	ОК-7, ПК-15
4	Тема 9. Теплообмен при излучении. Законы теплового излучения.	4	Определение степени черноты металлов	Тепловое излучение. Законы излучения. Поглощательная, отражательная и пропускательная способность тел.	ОК-7, ПК-15

Лабораторные занятия проводятся в помещениях учебных и научных лабораторий кафедры «Теоретические основы теплотехники» с использованием лабораторных и исследовательских экспериментальных установок и стендов.

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1.	Тема 1. Теплопроводность Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности.	8	Проработка теоретического материала	ОК-7
2.	Тема 2. Теплопроводность при стационарном режиме.	8	Проработка теоретического материала,	ОК-7
3.	Тема 3. Конвективный теплообмен и теплоотдача.	8	Проработка теоретического материала, расчет лабораторных работ	ОК-7, ПК-15
4.	Тема 4. Интенсификация процессов теплопередачи.	8	Проработка теоретического материала, расчет лабораторных работ	ОК-7, ПК-15
5.	Тема 5. Математическое описание процесса теплоотдачи.	8	Проработка теоретического материала,	ОК-7
6.	Тема 6. Основы теории подобия, константы и инварианты подобия.	8	Проработка теоретического материала,	ОК-7, ПК-15
7.	Тема 7. Основы расчета теплообменных аппаратов.	8	Выполнение расчетно-графического задания, оформление отчета, расчет лабораторных работ	ОК-7, ПК-15
8.	Тема 8. Теплоотдача при кипении и конденсации.	8	Проработка теоретического материала, расчет лабораторных работ	ОК-7, ПК-15
9.	Тема 9. Теплообмен при излучении. Законы теплового излучения.	8	Проработка теоретического материала, расчет лабораторных работ	ОК-7, ПК-15

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Теплообмен» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в положении о балльно-рейтинговой системе.

Максимальное количество баллов по дисциплине составляет 100 баллов.

Промежуточной аттестацией по дисциплине является зачет, поэтому минимальный текущий рейтинг – 60, максимальный - 100 баллов.

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Лабораторная работа	4	28	40
Тестирование	1	4	20
Расчетно-графическая работа	1	28	40
Итого:		60	100

10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом. Информационно-методическое обеспечение дисциплины «Теплообмен».

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины «Теплообмен»

11.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Теплообмен» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

1. <u>Нащокин В.В.</u> Техническая термодинамика и теплопередача [Учебники]: учеб. пособие для неэнергет. спец. вузов / В.В. Нащокин. — 4-е изд., стереотип. — М.: Азбука, 2008. — 470 с. : ил., табл.	988 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Дьяконов В.Г. Основы теплопередачи и массообмена [Учебники]: учеб. пособие / В.Г. Дьяконов, О.А. Лонцаков ; Казанский нац. исслед. технол. ун-т. — Казань : Изд-во КНИТУ, 2015. — 242, [2] с. : ил.	157 экз. в УНИЦ КНИТУ

11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1 Амирханов, Д.Г. Теплопередача [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Казан. гос. технол. ун-т. — Казань, 2008. — 120 с. : ил. — Библиогр.: с.116 (10 назв.)	Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ: http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-0611-0-Amirhanov_teploperedacha.pdf

11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Теплообмен» в качестве электронных источников информации, рекомендуется использовать следующие источники:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
2. Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ft.kstu.ru/ft/>
3. ЭБС «Консультант студента» - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>
4. ЭБС «znanium.com» - Режим доступа: www.znaniy.com

Согласовано:
Зав. сектором ОКУФ



12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

На кафедре Теоретических основ теплотехники в учебном процессе при выполнении лабораторных работ и практических занятий используется современная вычислительная техника. Компьютерный класс укомплектован необходимым количеством персональных компьютеров PC AT и программным обеспечением. В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства; наборы слайдов и кинофильмов; демонстрационные приборы; при необходимости - средства мониторинга и т.д.

1. Лекционные занятия:

- a. комплект электронных презентаций, слайдов, видеофильмов

2. Лабораторные работы

- a. лаборатория А-37 оснащена лабораторным оборудованием для проведения работ по исследованию теплообмена..
- b. лаборатория А-35 (Компьютерный класс) оснащена 8 компьютерами,
- c. шаблоны расчетов и отчетов по лабораторным работам представлены в электронном виде,
- d. результаты расчетов оформляются на принтере.
- e.

13 Образовательные технологии. По учебному плану интерактив составляет 18 часов.

При изучении дисциплины «Теплообмен» используются следующие виды образовательных технологий:

1. Информационные технологии - изучение в электронной образовательной среде дополнительных тем по дисциплине и проведение текущего тестирования по темам с целью расширения доступа к образовательным ресурсам (теоретически к неограниченному объему и скорости доступа), увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки и объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

2. Работа в команде - совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путем творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности. В данном случае речь идет о выполнении лабораторных работ командой по 2-3 человека.

Опережающая самостоятельная работа - изучение студентами нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий. Студентам предоставляется возможность подготовить небольшое информационное сообщение к лабораторному практикуму на основе темы лекционного занятия.