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.10 Теплообмен
Направление подготовки: 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
Профиль подготовки: Оборудование нефтегазопереработки
Квалификация (степень) выпускника _____бакалавр_____
Форма обучения _____очная_____
Институт, факультет __ИХНМ, 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 № 1170 от 20.10. 2015 года по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» для профиля «Оборудование нефтегазопереработки», 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 28.08.18 № 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 ОП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Теплообмен» бакалавр по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

а) Математика

б) Физика

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

а) Машины и аппараты нефтегазопереработки;

б) Интенсификация тепломассообенного оборудовния.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Теплообмен» могут быть использованы при выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

1. ПК-2 умение моделировать технические объекты и технологические процессы с

использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования,

готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом

результатов;

2. ПК-3 способность принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и внедрять результаты исследований и разработок в области технологических машин и оборудования;

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 раз¬личных 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, 108часов,

№ 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**
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 защита расчетно-графической работы**
	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.	ПК-3
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	ПК-2, ПК-3
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.	ПК-3
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.	ПК-2, ПК-3

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.	ПК-2, ПК-3
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.	ПК-2, ПК-3
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.	ПК-3
8	**Тема 8**. Теплоотдача при кипении и конденсации.	2	Теплоотдача при кипении. Механизм явления. Пленочная и капельная конденсация.		ПК-3
9	**Тема 9**. Теплообмен при излучении. Законы теплового излучения.	2	Законы теплового излучения	Законы Планка, смещение Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа. Спектры излучения. Сложный теплообмен	ПК-3

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.	ПК-3
2	**Тема 4**. Интенсификация процессов теплопередачи.	4	Исследование процесса теплопередачи в теплообменном аппарате с оребренными стенками	Основы расчета теплообменных аппаратов. Интенсификация процессов теплопередачи. Расчет коэффициента теплопередачи	ПК-2, ПК-3
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.	ПК-3
4	**Тема 9**. Теплообмен при излучении. Законы теплового излучения.	4	Определение степени черноты металлов	Тепловое излучение. Законы излучения. Поглощательная, отражательная и пропускательная способность тел.	ПК-3

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	ПК-3
2.	**Тема 2. Теплопроводность при стационарном режиме.**	8	Проработка теоретического материала,	ПК-2, ПК-3
3.	**Тема 3. Конвективный теплообмен и теплоотдача.**	8	Проработка теоретического материала, расчет лабораторных работ	ПК-3
4.	**Тема 4. Интенсификация процессов теплопередачи.**	8	Проработка теоретического материала, расчет лабораторных работ	ПК-2, ПК-3
5.	**Тема 5. Математическое описание процесса теплоотдачи.**	8	Проработка теоретического материала,	ПК-2, ПК-3
6.	**Тема 6. Основы теории подобия, константы и инварианты подобия.**	8	Проработка теоретического материала,	ПК-2, ПК-3
7.	**Тема 7. Основы расчета теплообменных аппаратов.**	8	Выполнение расчетно-графического задания, оформление отчета, расчет лабораторных работ	ПК-3
8.	**Тема 8. Теплоотдача при кипении и конденсации.**	8	Проработка теоретического материала, расчет лабораторных работ	ПК-3
9.	**Тема 9. Теплообмен при излучении. Законы теплового излучения.**	8	Проработка теоретического материала, расчет лабораторных работ	ПК-3

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 бально 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. НащокинВ.В. Техническая термодинамика и теплопередача [Учебники]: учеб. пособие для неэнергет. спец. вузов / В.В. Нащокин. — 4-е изд., стереотип. — М.: Аз-book, 2008. — 470 с. : ил., табл.	*988 экз. в УНИЦ1 КНИТУ*
2. Дьяконов В.Г. Основы теплопередачи и массообмена [Учебники]: учеб. пособие / В.Г. Дьяконов, О.А. Лонщаков ; 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.
1Амирханов, 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.znanium.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 работыи

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.

13. Образовательные технологии. По учебному плану интерактив составляет 6 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.