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
«_4_» _____09._____2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ОД.9 Теплообмен

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Профили подготовки: «Вакуумная и компрессорная техника физических установок», «Компрессорные машины и установки*»
Квалификация (степень) выпускника бакалавр
Форма обучения очная
Институт, факультет ИХНМ, ФЭМТО
Кафедра-разработчик рабочей программы ТОТ
Курс, семестр 3 курс, 5 семестр

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Практические занятия		
Семинарские занятия		
Лабораторные занятия	36	1
Самостоятельная работа	54	1,5
Форма аттестации	зачет	
Всего	108	3

* для набора обучающихся 2017, 2018 годов

Казань, 2018 г.

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 профилей «Вакуумная и компрессорная техника физических установок», «Компрессорные машины и установки*», на основании учебного плана набора обучающихся 2016, 2017*, 2018* годов.

Разработчик программы:

ассистент каф. ТОТ	_____	С.В. Мазанов
(должность)	(подпись)	(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОТ,

протокол от 28.08. 2018 г. № 1

Зав. кафедрой, проф. _____ Ф.М. Гумеров
(подпись) (Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО

Ответственный за направление, доцент _____ М. С. Хамидуллин
(подпись)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии механического факультета
от 03.09. 2018 г. № 7.

Председатель комиссии, доцент _____ А. В. Гаврилов
(подпись)

Начальник УМЦ, доцент _____ Л.А. Китаева
(подпись)

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 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения *научно-исследовательской,* проектно-конструкторской, производственно-технологической видов деятельности.

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) Турбомашины;

б) Центробежные и осевые компрессоры.

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, готовность 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 машинах и оборудования.

3. 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			6	Тестирование
2	Тема 2. Теплопроводность при стационарном режиме.	5	2			6	Тестирование
3	Тема 3. Конвективный теплообмен и теплоотдача.	5	2		12	6	Защита лабораторных работ, тестирование
4	Тема 4. Интенсификация процессов теплопередачи.	5	2		8	6	Тестирование. Защита лабораторных работ
5	Тема 5. Математическое описание процесса теплоотдачи.	5	2			6	Тестирование.
6	Тема 6. Основы теории подобия, константы и инварианты подобия.	5	2			6	Тестирование
7	Тема 7. Основы расчета теплообменных аппаратов.	5	2			6	Тестирование
8	Тема 8. Теплоотдача при кипении и конденсации.	5	2		8	6	Защита лабораторных работ, тестирование
9	Тема 9. Теплообмен при излучении. Законы теплового излучения.	5	2		8	6	Защита лабораторных работ, тестирование защита расчетно-графической работы
	ИТОГО		18		36	54	*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-2
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-2, 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 тепло-	ПК-2, ПК-3

				вой изоляции наносимой на трубопроводы.	
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,
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
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-2, ПК-3
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.	ПК-2, 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-2, 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 36 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..	12	Исследование теплоотдачи при свободной конвекции и вынужденной конвекции	Конвективный теплообмен. Теплоотдача. Тепловой поток. 3 теоремы подобия. Пограничный слой. Получение на основе экспериментальных данных уравнения подобия.	ПК-2, ПК-3
2	Тема 4. . Интенсификация процессов теплопередачи.	8	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.	8	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-2, ПК-3
4	Тема 9. Теплообмен при излучении. Законы теплового излучения.	8	Определение степени черноты металлов	Тепловое излучение. Законы излучения. Поглощательная, отражательная и пропускательная способность тел.	ПК-2, 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/магистранта/аспиранта

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции

1.	Тема 1. Теплопроводность Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности.	6	Проработка теоретического материала	ПК-2,
2.	Тема 2. Теплопроводность при стационарном режиме.	6	Проработка теоретического материала,	ПК-2, ПК-3
3.	Тема 3. Конвективный теплообмен и теплоотдача.	6	Проработка теоретического материала, расчет лабораторных работ	ПК-2, ПК-3
4.	Тема 4. Интенсификация процессов теплопередачи.	6	Проработка теоретического материала, расчет лабораторных работ	ПК-2, ПК-3
5.	Тема 5. Математическое описание процесса теплоотдачи.	6	Проработка теоретического материала,	ПК-2, ПК-3
6.	Тема 6. Основы теории подобия, константы и инварианты подобия.	6	Проработка теоретического материала,	ПК-2, ПК-3
7.	Тема 7. Основы расчета теплообменных аппаратов.	6	Выполнение расчетно-графического задания, оформление отчета, расчет лабораторных работ	ПК-2, ПК-3
8.	Тема 8. Теплоотдача при кипении и конденсации.	6	Проработка теоретического материала, расчет лабораторных работ	ПК-2, ПК-3
9.	Тема 9. Теплообмен при излучении. Законы теплового излучения.	6	Проработка теоретического материала, расчет лабораторных работ	ПК-2, 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 рейтинговой системе.

При изучении указанной дисциплины предусматривается:

- проведение тестирования, сдача лабораторных работ, контрольных задач и расчетно-графических работ. За эти виды работ студент может получить количество баллов – от 60 до 100 (см. таблицу). В результате максимальный текущий рейтинг составит 100 баллов.

Оценочные средства	**Кол-во**	**Min, баллов**	**Max, баллов**
Лабораторная работа	**4**	**24**	**40**
Тестирование	**1**	**12**	**20**
Расчетно-графическая работа	**1**	**24**	**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 разрабаты-

ваются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины «Теплообмен»

11.1 Основная литература

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

1. Амирханов Д.Г. Техническая термодинамика: учеб. пособие / Казанский нац. исслед. технол. ун-т; Д.Г. Амирханов, Р.Д. Амирханов, М.С. Курбангалеев, А.А. Мухамадиев, И.Х. Хайруллин .— Казань : КНИТУ, 2017 .— 320 с.	*130 экз. в УНИЦ 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 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.

13. Образовательные технологии

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивной форме обучения составляет 12 часов. Лекционные занятия проводятся при помощи проектора в виде презентаций и слайдов.