

**ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Утверждено:
на заседании кафедры ТМО
протокол № 8 от «20» апреля 2022 г.
Зав. кафедрой


_____ / Юминов И.П.

Согласовано:
Председатель УМК
Инженерного факультета


_____ / Баннова А.В.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретические основы теплотехники и теплопередачи

Дисциплина по выбору части,
формируемой участниками образовательных отношений – Б1.В.ДВ.02.01

Программа магистратуры

Направление подготовки

15.04.02 – Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль) подготовки

«Инжиниринг технологического оборудования химических и
нефтехимических производств»

Квалификация
магистр

Разработчик (составитель)
к.т.н., доцент


_____ / Юминов И.П.

Разработчик (составитель)
ст. преподаватель


_____ / Лобанов М.А.

Для приема: 2022 г.

Уфа 2022 г.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры ТМО протокол № 8 от «20» апреля 2022 г.

Зав. кафедрой _____ / Юминов И.П.



Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	6
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	7
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	8
4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.	8
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.	13
Задания для контрольной работы	18
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	26
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	27
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы	27
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	28

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Подготовка производства и обоснование технологических процессов в области технологического оборудования химических и нефтехимических производств, конструкционных материалов и технологий	ПК-2: Способен разрабатывать нормы выработки и технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии	ИДК _{ПК-2.1} знать свойства основных видов загрязнений окружающей среды, их характеристика;	Знает: методы разработки физических и математических моделей теплотехнических процессов; методику расчета нормативов расхода материалов, инструментов, энергии на выполнение технологических операций изготовления машиностроительных изделий средней сложности с применением САРР-систем.
		ИДК _{ПК-2.2} уметь применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий;	Умеет: использовать методы разработки физических и математических моделей теплотехнических процессов; использовать САРР-системы для определения технологических возможностей стандартных средств технологического оснащения, используемых в технологических процессах изготовления машиностроительных изделий средней сложности.
		ИДК _{ПК-2.3} владеть методами работы с инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности	Владеет: навыками физического и математического моделирования теплотехнических процессов; навыками расчета с применением САРР-систем значений припусков и промежуточных размеров на обработку поверхностей машиностроительных изделий средней сложности.
Подготовка производства и обоснование технологических процессов в области	ПК-10 - Способен контролировать технологические процессы изготовления машиностроительны	ИДК _{ПК-10.1} знать параметры и режимы технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; правила	Знать параметры и режимы технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; правила эксплуатации средств

технологического оборудования химических и нефтехимических производств, конструкционных материалов и технологий	х изделий средней сложности.	эксплуатации средств технологического оснащения, используемых при реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; виды и причины брака при изготовлении машиностроительных изделий средней сложности; технологические факторы, вызывающие погрешности изготовления машиностроительных изделий средней сложности; методики проведения экспериментов; методики обработки экспериментальных данных; современные САРР-системы, их функциональные возможности для проектирования технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.	технологического оснащения, используемых при реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; технологические факторы, вызывающие погрешности изготовления машиностроительных изделий средней сложности; методики проведения экспериментов.
		ИДК _{ПК-10.2} уметь использовать данные SCADA-систем для анализа производственной ситуации и выявления причин брака при изготовлении машиностроительных изделий средней сложности; проводить технологические эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов с применением систем автоматизированного проектирования; использовать САЕ-системы для моделирования физических явлений, возникающих при реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; оценивать предложения по предупреждению и ликвидации брака и	Уметь проводить технологические эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов с применением систем автоматизированного проектирования; использовать САЕ-системы для моделирования физических явлений, возникающих при реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.

		изменению в технологических процессах, разработанные специалистами более низкой квалификации.	
		ИДК _{ПК-10.3} владеть навыками обработки данных объективного контроля SCADA-систем для выявления причин брака при изготовлении машиностроительных изделий средней сложности; подготовки предложений по предупреждению и ликвидации брака при изготовлении машиностроительных изделий средней сложности; внесения с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем изменений в технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности и документацию на них.	Владеть навыками внесения с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем изменений в технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности и документацию на них.

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Теоретические основы теплотехники и теплопередачи» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, к дисциплине по выбору.

Дисциплина изучается:

- на 2 курсе в 3 семестре для очной и заочной форм обучения;
- на 2 курсе в 4 семестре для очно-заочной формы обучения.

Цель изучения дисциплины - формирование у обучающихся знаний, умений и навыков в проектировании и модернизации теплообменного оборудования. В России широко применяются техника и технологии добычи, переработки и транспортировки нефти и газа. Сюда входит проектирование и поставка крупногабаритного оборудования заказчикам, транспортировка нефти и газа по трубопроводам, обустройство нефтяных месторождений, переработка продуктов из углеводородов, производство высококачественного топлива и т.д. Все это подразумевает большие финансовые затраты. Эта проблема становится особенно актуальной, когда речь заходит об огромной территории страны, нехватки инженерно-технических кадров и сурового погодного климата. Проектирование и изготовление нового перспективного оборудования, способного выполнять те же задачи и работать при тех же условиях, но при этом иметь меньший размер и состоять из более дешевых и надежных материалов, способны решить ряд существующих проблем. В связи с этим должно уделяться много внимания подготовке высококвалифицированных специалистов машино- и аппаратостроительной отрасли.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Для курсового проекта:

ПК-2: Способен разрабатывать нормы выработки и технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не-удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ИДК _{ПК-2.1} знать свойства основных видов загрязнений окружающей среды, их характеристика;	Знать методы разработки физических и математических моделей теплотехнических процессов; методику расчета нормативов расхода материалов, инструментов, энергии на выполнение технологических операций изготовления машиностроительных изделий средней сложности с применением САРР-систем.	Не знает: методы разработки физических и математических моделей теплотехнических процессов; методику расчета нормативов расхода материалов, инструментов, энергии на выполнение технологических операций изготовления машиностроительных изделий средней сложности с применением САРР-систем.	Знает фрагментарно: методы разработки физических и математических моделей теплотехнических процессов; методику расчета нормативов расхода материалов, инструментов, энергии на выполнение технологических операций изготовления машиностроительных изделий средней сложности с применением САРР-систем.	В основном знает: методы разработки физических и математических моделей теплотехнических процессов; методику расчета нормативов расхода материалов, инструментов, энергии на выполнение технологических операций изготовления машиностроительных изделий средней сложности с применением САРР-систем.	Уверенно знает: методы разработки физических и математических моделей теплотехнических процессов; методику расчета нормативов расхода материалов, инструментов, энергии на выполнение технологических операций изготовления машиностроительных изделий средней сложности с применением САРР-систем.
ИДК _{ПК-2.2} уметь применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и	Уметь использовать методы разработки физических и математических моделей	Не умеет: использовать методы разработки физических и математических моделей	Умеет частично: использовать методы разработки физических и математических моделей	Достаточно хорошо умеет: использовать методы разработки физических и	Уверенно умеет: использовать методы разработки физических и математических моделей

экологически чистых машиностроительных технологий;	теплотехнических процессов; использовать САРР-системы для определения технологических возможностей стандартных средств технологического оснащения, используемых в технологических процессах изготовления машиностроительных изделий средней сложности.	теплотехнических процессов; использовать САРР-системы для определения технологических возможностей стандартных средств технологического оснащения, используемых в технологических процессах изготовления машиностроительных изделий средней сложности.	теплотехнических процессов; использовать САРР-системы для определения технологических возможностей стандартных средств технологического оснащения, используемых в технологических процессах изготовления машиностроительных изделий средней сложности.	математических моделей теплотехнических процессов; использовать САРР-системы для определения технологических возможностей стандартных средств технологического оснащения, используемых в технологических процессах изготовления машиностроительных изделий средней сложности.	теплотехнических процессов; использовать САРР-системы для определения технологических возможностей стандартных средств технологического оснащения, используемых в технологических процессах изготовления машиностроительных изделий средней сложности.
ИДК _{ПК-2,3} владеть методами работы с инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности	Владеет: навыками физического и математического моделирования теплотехнических процессов; навыками расчета с применением САРР-систем значений припусков и промежуточных размеров на обработку поверхностей машиностроительных изделий средней сложности.	Не владеет: навыками физического и математического моделирования теплотехнических процессов; навыками расчета с применением САРР-систем значений припусков и промежуточных размеров на обработку поверхностей машиностроительных изделий средней сложности.	Владеет частично: навыками физического и математического моделирования теплотехнических процессов; навыками расчета с применением САРР-систем значений припусков и промежуточных размеров на обработку поверхностей машиностроительных изделий средней сложности.	Достаточно хорошо владеет: навыками физического и математического моделирования теплотехнических процессов; навыками расчета с применением САРР-систем значений припусков и промежуточных размеров на обработку поверхностей машиностроительных изделий средней сложности.	Уверенно владеет: навыками физического и математического моделирования теплотехнических процессов; навыками расчета с применением САРР-систем значений припусков и промежуточных размеров на обработку поверхностей машиностроительных изделий средней сложности.

Для экзамена:

ПК-10: Способен разрабатывать нормы выработки и технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не-удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ИДК _{ПК-10.1} знать параметры и режимы технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; правила эксплуатации средств технологического оснащения, используемых при реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; виды и причины брака при изготовлении машиностроительных изделий средней сложности; технологические факторы, вызывающие погрешности изготовления машиностроительных изделий средней сложности; методики проведения экспериментов; методики обработки экспериментальных данных; современные САРР-системы, их функциональные возможности для проектирования технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.	Знать параметры и режимы технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; правила эксплуатации средств технологического оснащения, используемых при реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; технологические факторы, вызывающие погрешности изготовления машиностроительных изделий средней сложности; методики проведения экспериментов.	Не знает: параметры и режимы технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; правила эксплуатации средств технологического оснащения, используемых при реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; технологические факторы, вызывающие погрешности изготовления машиностроительных изделий средней сложности; методики проведения экспериментов.	Знает фрагментарно: параметры и режимы технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; правила эксплуатации средств технологического оснащения, используемых при реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; технологические факторы, вызывающие погрешности изготовления машиностроительных изделий средней сложности; методики проведения экспериментов.	В основном знает: параметры и режимы технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; правила эксплуатации средств технологического оснащения, используемых при реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; технологические факторы, вызывающие погрешности изготовления машиностроительных изделий средней сложности; методики проведения экспериментов.	Уверенно знает: параметры и режимы технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; правила эксплуатации средств технологического оснащения, используемых при реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; технологические факторы, вызывающие погрешности изготовления машиностроительных изделий средней сложности; методики проведения экспериментов.
ИДК _{ПК-10.2} уметь использовать данные SCADA-систем для	Уметь проводить технологические	Не умеет: проводить	Умеет частично: проводить	Достаточно хорошо умеет: проводить	Уверенно умеет: проводить

<p>анализа производственной ситуации и выявления причин брака при изготовлении машиностроительных изделий средней сложности; проводить технологические эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов с применением систем автоматизированного проектирования; использовать САЕ-системы для моделирования физических явлений, возникающих при реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; оценивать предложения по предупреждению и ликвидации брака и изменению в технологических процессах, разработанные специалистами более низкой квалификации.</p>	<p>эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов с применением систем автоматизированного проектирования; использовать САЕ-системы для моделирования физических явлений, возникающих при реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.</p>	<p>технологические эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов с применением систем автоматизированного проектирования; использовать САЕ-системы для моделирования физических явлений, возникающих при реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.</p>	<p>технологические эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов с применением систем автоматизированного проектирования; использовать САЕ-системы для моделирования физических явлений, возникающих при реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.</p>	<p>технологические эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов с применением систем автоматизированного проектирования; использовать САЕ-системы для моделирования физических явлений, возникающих при реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.</p>	<p>технологические эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов с применением систем автоматизированного проектирования; использовать САЕ-системы для моделирования физических явлений, возникающих при реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.</p>
<p>ИДК_{ПК-10.3} владеть навыками обработки данных объективного контроля SCADA-систем для выявления причин брака при изготовлении машиностроительных изделий средней сложности; подготовки предложений по предупреждению и ликвидации брака при изготовлении машиностроительных изделий</p>	<p>Владеть навыками внесения с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем изменений в технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности и документацию на них.</p>	<p>Не владеет: навыками внесения с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем изменений в технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности и документацию на них.</p>	<p>Владеет частично: навыками внесения с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем изменений в технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности и документацию на них.</p>	<p>Достаточно хорошо владеет: навыками внесения с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем изменений в технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности и документацию на них.</p>	<p>Уверенно владеет: навыками внесения с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем изменений в технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности и документацию на них.</p>

средней сложности; внесения с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем изменений в технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности и документацию на них.					
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--	--

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ИДК _{ПК-2.1} знать свойства основных видов загрязнений окружающей среды, их характеристика;	Знать исходные данные к проектированию теплообменного оборудования, теплофизические свойства рабочих сред.	Коллоквиум, реферат, тест, курсовой проект
ИДК _{ПК-2.2} уметь применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий;	Уметь подбирать расчетные методики для стандартных и нестандартных современных теплообменных аппаратов, оптимизировать процесс поверочного расчета аппаратов	Коллоквиум, контрольная работа, курсовой проект
ИДК _{ПК-2.3} владеть методами работы с инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности	Выполнять тепловые расчеты теплообменных аппаратов различных типов и видов, оптимизировать конструкцию с целью ресурсосбережения и энергоэффективности.	Контрольная работа, курсовой проект
ИДК _{ПК-10.1} знать параметры и режимы технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; правила эксплуатации средств технологического оснащения, используемых при реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; виды и причины брака при изготовлении машиностроительных изделий средней сложности; технологические факторы, вызывающие погрешности изготовления машиностроительных изделий средней сложности; методики проведения экспериментов; методики обработки экспериментальных данных; современные САРР-системы, их функциональные возможности для проектирования технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.	Знать параметры и режимы технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; правила эксплуатации средств технологического оснащения, используемых при реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; технологические факторы, вызывающие погрешности изготовления машиностроительных изделий средней сложности; методики проведения экспериментов.	Коллоквиум, реферат, тест
ИДК _{ПК-10.2} уметь использовать данные SCADA-систем для анализа производственной ситуации и выявления причин брака при изготовлении машиностроительных изделий средней сложности; проводить технологические эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов с применением систем автоматизированного проектирования; использовать САЕ-системы для моделирования физических явлений, возникающих при реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.	Уметь проводить технологические эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов с применением систем автоматизированного проектирования; использовать САЕ-системы для моделирования физических явлений, возникающих при реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.	Коллоквиум, контрольная работа

реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; оценивать предложения по предупреждению и ликвидации брака и изменению в технологических процессах, разработанные специалистами более низкой квалификации.		
ИДК _{ПК-10.3} владеть навыками обработки данных объективного контроля SCADA-систем для выявления причин брака при изготовлении машиностроительных изделий средней сложности; подготовки предложений по предупреждению и ликвидации брака при изготовлении машиностроительных изделий средней сложности; внесения с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем изменений в технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности и документацию на них.	Владеть навыками внесения с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем изменений в технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности и документацию на них.	Контрольная работа

Экзаменационные билеты

Структура экзаменационного билета:

Экзаменационный билет содержит по два вопроса, на которые необходимо ответить письменно и устно. Преподаватель вправе задать один дополнительный вопрос из банка вопросов, либо уточняющие вопросы по соответствующей теме. При устном докладе студенту рекомендуется давать развернутый подробный ответ для подтверждения освоения компетенций по дисциплине.

Перечень вопросов для экзамена:

1. Выразите закон сохранения массы для системы, состоящей из одного компонента для многокомпонентной системы.
2. Приведите уравнение теплового баланса аппарата.
3. Что понимают под плотностью конвективного потока?
4. По каким признакам разделяют материальные балансы?
5. Приведите выражения материальный балансов для стационарных и нестационарных процессов.
6. Гидростатика и гидродинамика, их основные задачи.
7. Сформулируйте понятия идеальной, капельной и упругой жидкостей.
8. Что представляет собой гидростатическое давление?
9. Чем обусловлено торможение движения жидкости у твердой поверхности?
10. Что такое средняя скорость движения жидкости?
11. Укажите физический смысл критерия Рейнольдса? Как это влияет на тепловой и массообмен?
12. Что является потенциалом переноса субстанций?
13. Назовите основное уравнение переноса массы, энергии и импульса.
14. Назовите основные достоинства и недостатки теории подобия и анализа размерностей.
15. В чем проявляется влияние гидродинамической структуры потоков на химико-технологические процессы?

3. Материальное исполнение теплообменных аппаратов.
4. Виды тепловых расчетов технологического оборудования.
5. Особенности проектирования нестандартного оборудования с повышенной тепловой эффективностью.
6. Какие виды теплоизоляции вы знаете.
7. Какие виды оборудования для гибки листового материала вы знаете.
8. Принцип работы плавающей головки теплообменника?
9. Принцип работы линзового компенсатора теплообменника?
10. Виды защит оборудования от температурных напряжений?

Критерии оценивания:

«неудовлетворительно» - не ответил ни на один вопрос правильно;

«удовлетворительно» - правильно ответил на один вопрос;

«хорошо» - правильно ответил на два вопроса;

«отлично» - правильно ответил на два вопроса и на дополнительные вопросы преподавателя по соответствующей теме.

Примеры тем рефератов

1. Виды теплообменных аппаратов. Их применение в промышленности и бытовых нуждах.
2. Современные конструкции теплообменных аппаратов и способы повышения их эффективности.
3. Испарители и конденсаторы. Фазовые переходы.
4. Современные способы теплоизоляции.
5. Свободная и вынужденная конвекции. Конвективные потоки в машинах и аппаратах.

Критерии оценивания:

«неудовлетворительно» - не ответил ни на один вопрос правильно;

«удовлетворительно» - правильно ответил на один вопрос;

«хорошо» - правильно ответил на два вопроса;

«отлично» - правильно ответил на два вопроса и на дополнительные вопросы преподавателя по соответствующей теме.

Тесты

Примеры тестов:

1. Какие методы передачи тепла от Солнца к Земле применяются?

- а) За счет теплопроводности;
- б) За счет конвекции;
- в) За счет электромагнитных волн;
- г) За счет гравитации;

2. Что такое удельная теплоемкость вещества?

- а) Количество теплоты, которое необходимо подвести к единице массы вещества, чтобы нагреть его на единицу температуры;

- б) Количество энергии, которую можно преобразовать в теплоту;
- в) Мера необратимого рассеивания энергии вещества;
- г) Количество внутренней энергии для поддержания молекулярной структуры вещества;

3. Что такое конвекция?

- а) Вид теплообмена, при котором тепловая энергия передается путем перемещения вещества в пространстве;
- б) Характер движения потока жидкости или газа, где образуются завихрения и пульсации;
- в) Прогрев металла до высокой температуры для снятия остаточных механических напряжений;
- г) Природное явление, при котором образуется град;

4. Что такое теплопроводность?

- а) Способ передачи тепловой энергии от одной части тела к другой или при контакте двух тел посредством передачи энергии от одной частицы к другой;
- б) Способ передачи тепловой энергии путем движения молекул вещества;
- в) Способность материала поглощать механическую энергию в процессе деформации и разрушения под действием ударной нагрузки;
- г) Отношение кинетической энергии всех молекул вещества к потенциальной энергии их взаимодействия;

5. Что гласит первый закон термодинамики?

- а) Во всех явлениях, происходящих в природе, энергия не возникает и не исчезает. Она только превращается из одного вида в другой, при этом ее значение сохраняется;
- б) Энергия замкнутой системы не постоянна;
- в) Невозможен тепловой вечный двигатель второго рода, т.е. двигатель, совершающий механическую работу за счет охлаждения какого-либо одного тела;
- г) При нагревании или охлаждении изменяются размеры твердых тел и объем жидкостей;

6. Будет ли работать вечный двигатель второго порядка и почему?

- а) Будет, с учетом того, что окружающая среда не будет изменяться;
- б) Не будет, потому что возможен процесс, при котором теплота переходила бы самопроизвольно от тел более холодных к телам более нагретым;
- в) Не будет, поскольку невозможны процессы, единственным следствием которых была бы механическая работа, произведенная за счет охлаждения теплового резервуара;
- г) Будет, ведь существуют случаи, когда процесс не нарушает первый закон термодинамики;

7. Что такое термодинамическое равновесие?

- а) Состояние системы, которое при отсутствии внешних воздействий может сохраняться сколь угодно долго;
- б) Состояние системы, при котором остаются неизменными во времени макроскопические величины этой системы (температура, давление, объём, энтропия) в условиях взаимодействия с окружающей средой;
- в) Состояние системы, при котором происходит самопроизвольное рассеивание тепловой энергии;
- г) Состояние системы, характеризующее способность двух тел в замкнутом пространстве иметь одинаковую температуру;

8. Чем отличаются теплообменники жесткой конструкции от теплообменников с не жесткой конструкцией?

- а) В теплообменниках жесткой конструкции предусматривается возможность некоторого независимого перемещения теплообменных труб и корпуса для устранения дополнительных напряжений и температурных удлинений;
- б) В теплообменниках жесткой конструкции предусматривается возможность жесткого закрепления корпуса с опорами;

- в) В теплообменниках не жесткой конструкции предусматривается возможность некоторого независимого перемещения теплообменных труб и корпуса для устранения дополнительных напряжений и температурных удлинений;
- г) В теплообменниках не жесткой конструкции отсутствует возможность некоторого независимого перемещения теплообменных труб и корпуса для устранения дополнительных напряжений и температурных удлинений;

9. Для чего используют компенсаторы в теплообменнике?

- а) Для уменьшения сопротивления движения потока жидкости в межтрубном пространстве;
- б) Для увеличения площади теплообмена;
- в) Для повышения прочности конструкции;
- г) Для компенсации температурных напряжений;

10. Для чего служат распределительные камеры?

- а) Для повышения прочности конструкции;
- б) Для компенсации температурных напряжений;
- в) Для распределения потока рабочей среды по теплообменным трубам;
- г) Для распределения потока рабочей среды по межтрубному пространству.

Критерии оценивания:

- «неудовлетворительно» - менее 40% правильных ответов;
- «удовлетворительно» - от 41% до 65% правильных ответов;
- «хорошо» - от 66% до 74% правильных ответов;
- «отлично» - правильно ответил на более чем 75% ответов.

Задания для контрольной работы

1. Оценить площадь поверхности теплообменного аппарата по рекомендуемым значениям коэффициентов теплоотдачи.
2. Найти эффективность теплообменного аппарата по известному тепловому балансу.
3. Определить степень оребрения по геометрии ребер.
4. Определить коэффициент теплопередачи со стороны оребренной и не оребренной поверхности.
5. Найти КПД ребра и КПД оребренной поверхности по известным характеристикам ребер и коэффициенту теплоотдачи.
6. Определить требуемую мощность на прокачку теплоносителя в теплообменном аппарате.
7. Найти конечное влагосодержание (либо температуру газа) в смесительном теплообменнике из его теплового баланса, считая газ на выходе полностью насыщенным.
8. Найти количество вторичного пара (либо крепкого раствора) в выпарной установке по ступеням.
9. Определить время сушки материала в первом периоде.
10. Определить время сушки материала во втором периоде.

Пример готовой работы:

Постройте температурный график выпарной установки

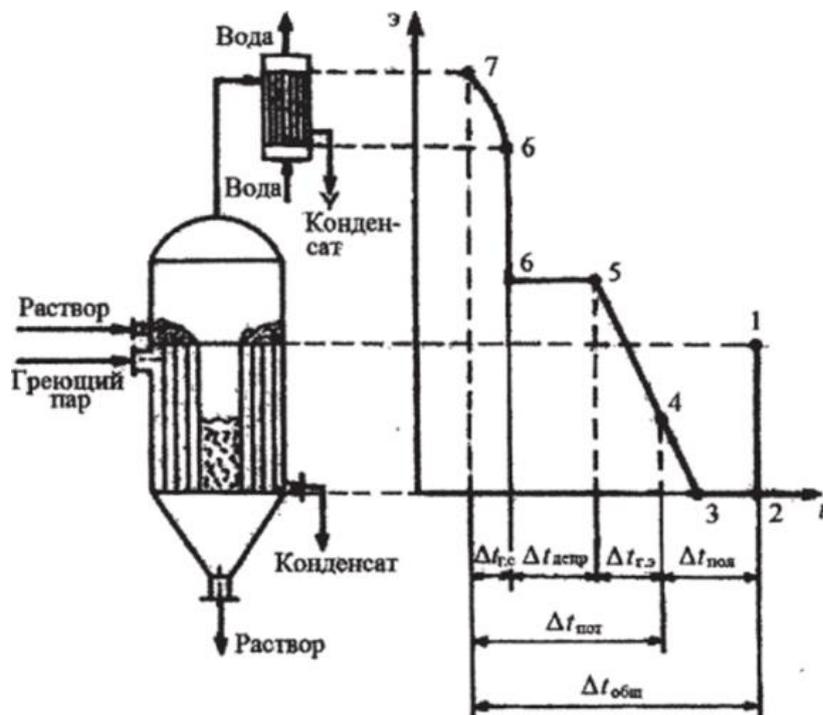


Рисунок 1 - Схема и температурный график выпарной установки: 1-2 - конденсация греющего пара (без учета охлаждения конденсата); 3-5 - изменение температуры кипения под действием гидростатического столба жидкости; 4 - температура кипения раствора; 5-6 - концентрационная температурная депрессия; 6-7 - гидродинамическая температурная депрессия

Один из примеров результата работы:

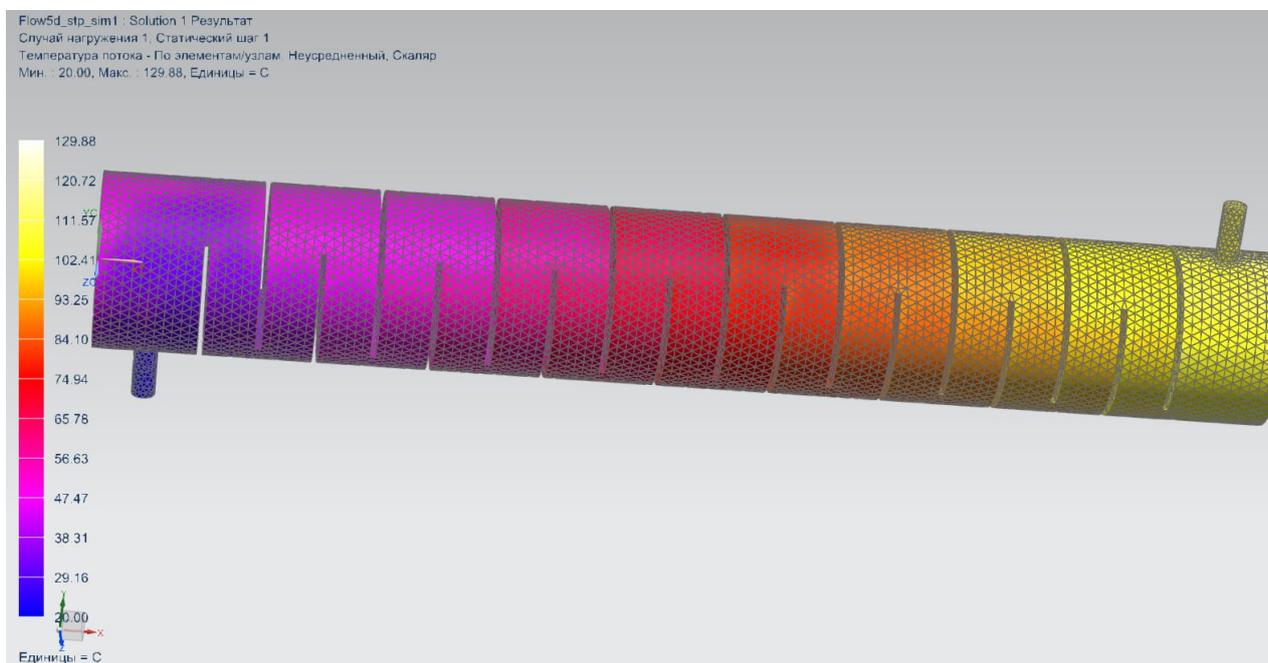


Рисунок 2 - Процесс теплопередачи в межтрубном пространстве

Критерии оценки:

Отлично:

Оценка «5», выставляется, если студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета;

Хорошо:

Оценка «4», если студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов;

Удовлетворительно:

Оценка «3», если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов, плохо знает текст произведения, допускает искажение фактов;

Неудовлетворительно:

Оценка «2», если студент допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлено «5» баллов, или если правильно выполнил менее половины работы.

Тематика курсовых проектов

Цель – выполнить тепловой расчет кожухотрубчатого теплообменника нефтеперерабатывающих установок.

Полный перечень тем указан в Фонде оценочных средств дисциплины (технические задания / опросные листы)

Примеры опросных листов (вариантов) на проектирование кожухотрубчатого теплообменного аппарата:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ Е1045

на поставку кожухотрубчатого теплообменного аппарата

Общие сведения

Предприятие - заказчик:	-
Наименование установки:	-
Назначение аппарата:	<i>холодильник дизельной фракции</i>
Вид аппарата:	<i>кожухотрубчатый</i>
Тип аппарата:	<i>по усмотрению претендента</i>
Техническое обозначение:	-
Номер стандарта:	<i>ТУ 3612-023-00220302-01 ТУ 3612-024-00220302-02</i>

Технические требования

Ориентация аппарата:	<i>по усмотрению претендента</i>
Тип изоляции:	<i>по усмотрению претендента</i>
Материальное исполнение	
1) кожух:	<i>09Г2С</i>

2) трубы:	<i>по усмотрению претендента</i>
3) опора:	<i>Ст3</i>

Дополнительные требования

Срок службы аппарата:	<i>не менее 10 лет</i>
Межремонтный пробег:	<i>не менее 5 лет</i>

ОПРОСНЫЙ ЛИСТ

на проектирование кожухотрубчатого теплообменного аппарата по данным технологического процесса

Характеристики

№	Наименование	Ед. изм.	Межтрубная зона	Внутритрубная зона
1.	Наименование среды:	-	<i>дизельное топливо</i>	<i>вода</i>
2.	Химический состав:	-	-	-
3.	Общий расход:	кг/ч	<i>57000</i>	<i>32430</i>
3.1.	Расход жидкости:	кг/ч	<i>57000</i>	<i>32430</i>
3.2.	Расходы пара/газа:	кг/ч	-	-
4.	Температура 1) на входе: 2) на выходе: 3) критическая:	°C	<i>145</i> <i>85</i>	<i>20</i> <i>75</i>
5.	Давление 1) расчетное: 2) рабочее: 3) критическое:	МПа	<i>2.4</i> <i>2.2</i>	<i>1.6</i> <i>1.4</i>
6.	Допустимые перепады давления:	КПа	<i>100</i>	<i>70</i>

7.	Теплофизические свойства рабочих сред	кг/м ³		997	
		1) плотность:			Па·с
		2) вязкость:			ккал/ч·м·°С
		3) теплопроводность:			ккал/кг·°С
	4) теплоёмкость:				

Пример решения:

Условия задачи

Таблица 1

№	Наименование	Ед. изм.	Внутритруб. зона	Межтрубная зона
1	Наименование среды	-	Жидкое топливо	Водяной пар
2	Расход жидкости	Кг/ч	6628	312
3	Температура 1) на входе 2) на выходе	°С	40 90	195 124
4	Теплофизические свойства рабочих сред	при	средней темп.	средней темп.
	плотность	Кг/м ³	928	справ.
	вязкость	Па*с	0.00156	справ.
	теплопроводность	Вт/м*°С	0.1	справ.
	теплоемкость	Дж/кг*°С	1612	справ.

Данные про свойства воды возьмем из справочников.

Уравнение теплового баланса

$$N_2 = \frac{G_2}{3600} * c_2 * (t_{21} - t_{22}) + r_2 * \frac{G_2}{3600} = 198992,73 \text{ Дж}\csc \quad (1)$$

$$N_1 = \frac{G_1}{3600} * c_1 * (t_{12} - t_{11}) = 156973,1333 \text{ Дж}\csc$$

Потери при передаче тепла

$$N_{пот} = \frac{N_2 - N_1}{N_2} * 100 = 21,1161 \text{ Дж}\csc \quad (2)$$

N – количество теплоты, Дж\с;

$G_{1,2}$ – расход жидкости, Кг/ч; $c_{1,2}$ – теплоемкость, Дж/кг*°С;

t_{12}, t_{22} – выходные температуры сред, °С; t_{21}, t_{11} – входные температуры сред, °С;

Средняя разница температур

$$T_6 = t_{21} - t_{12} = 105 \text{ °С}$$

$$T_M = t_{22} - t_{11} = 84 \text{ °С}$$

$$T_{cp} = \frac{T_6 - T_M}{\ln \frac{T_6}{T_M}} = 94,11 \text{ °С} \quad (3)$$

T_6 – наибольшая разница между входной-выходной температурами сред, °С;

T_m – наименьшая разница между входной-выходной температурами сред, °С.

Число трубок

Нужен турбулентный поток в трубах, возьмем теоретическое число Рейнольдса равным 5000.

Параметры трубок: внешний диаметр = 16 мм, внутренний = 10 мм, толщина стенок = 2,5 мм.

$$n_{тр} = \frac{4 \cdot \frac{G_1}{3600}}{\pi \cdot d_{вн} \cdot \eta_1 \cdot Re_{1, теор}} = 39,23 \quad (4)$$

$G_{1,2}$ – расход жидкости, кг/ч;

π – число Пи;

$d_{вн}$ – внутренний диаметр трубок, м;

η_1 – вязкость среды, Па*с;

$Re_{теор}$ – теоретическое число Рейнольдса.

Количество трубок в теплообменнике берем $n = 85$ шт.

Скорость потока жидкости в трубках

Теплообменник будет двухходовой, следовательно, в следующей формуле делим количество трубок на количество ходов:

$$V_1 = \frac{\frac{4 \cdot G_1}{3600}}{\frac{n_{тр}}{4} \cdot \pi \cdot d_{вн}^2 \cdot \rho_1} = 1,24 \quad (5)$$

V_1 – скорость потока, м/с;

n – количество трубок, шт; $G_{1,2}$ – расход жидкости, кг/ч; π – число Пи;

$d_{вн}$ – внутренний диаметр трубок, м; $\rho_{1,2}$ – плотность сред, Кг/м³.

Число Рейнольдса

Уточним число Рейнольдса с учетом двух ходов теплообменника:

$$Re_1 = \frac{v_1 \cdot d_{вн} \cdot \rho_1}{\eta_1} = 9231,31 \quad (6)$$

Re – число Рейнольдса;

V_1 – скорость потока, м/с; d – диаметр сосуда, м;

ρ – плотность среды, Кг/м³;

η – вязкость среды, Па*с.

Число Прандтля для жидкого топлива

$$Pr_1 = \frac{\eta_1 \cdot c_1}{\lambda_1} = 18,19 \quad (7)$$

Pr – число Прандтля;

η – вязкость среды, Па*с;

c – теплоемкость среды, Дж/кг*°С;

λ – теплопроводность среды, Вт/м*°С.

Число Прандтля для свойств топлива

$$Pr_{1w} = \frac{\eta_1 \cdot 1,2 \cdot c_1}{\lambda_1 \cdot 0,9} = 24,26 \quad (8)$$

Pr – число Прандтля;

η – вязкость среды, Па*с;

c – теплоемкость среды, Дж/кг*°С;

λ – теплопроводность среды, Вт/м*°С.

Число Нуссельта для турбулентного потока

$e = 1$

$$Nu_1 = 0,021 * e * Re1^{0.8} * Pr1^{0.43} * \left(\frac{Pr1}{Pr1w}\right)^{0.25} = 101,15 \quad (9)$$

Расчеты межтрубной зоны

Внутренний диаметр кожуха

$$1.5 * d_{нар} * \sqrt{np} = 0,2213 \text{ м} \quad (10)$$

$D_{внут}$ – внутренний диаметр кожуха теплообменника, м; $d_{вн}$ – внутренний диаметр трубок, м;
 n – количество трубок, шт.

Берем в качестве кожуха теплообменника обечайку с внутренним диаметром 259 мм .

$D_{внут} = 0,259 \text{ м}$

$$d_{эКВ} = D_{внут} - \sqrt{n} * d_{внеш} = 0,111 \text{ (м)} \quad (11)$$

$D_{внут}$ – внутренний диаметр кожуха теплообменника, м; $d_{внеш}$ – внешний диаметр трубок, м;
 n – количество трубок, шт.

Скорость потока жидкости в межтрубной зоне

$$V2 = \frac{4 * G2 / 3600}{\pi * d_{эКВ}^2 * \rho2} = 4,525 \text{ (м/с)} \quad (12)$$

$V2$ – скорость потока, м/с;

n – количество трубок, шт; $G_{1,2}$ – расход жидкости, кг/ч; π – число Пи;

$d_{эКВ}$ – эквивалентный внутренний диаметр кожуха теплообменника, м;

$\rho_{1,2}$ – плотность сред, Кг/м³.

Число Рейнольдса для межтрубной зоны

$$Re_2 = \frac{v2 * d_{эКВ} * \rho2}{\eta2} = 5049,88 \quad (13)$$

$$Pr2 = \frac{\eta2 * c2}{\lambda2} = 1,2$$

Число Прандтля при 80 градусах Цельсия

$$Pr2w = \frac{\eta2 * c2}{\lambda2} = 1,2$$

Число Нуссельта для воды

$E = 1$

$$Nu_2 = 0.4 * E * Re2^{0.6} * Pr2^{0.36} * \left(\frac{Pr2}{Pr2w}\right)^{0.25} = 71,25$$

Коэффициенты теплоотдачи

$$\alpha_1 = \frac{Nu1 * \lambda1}{d_{вн}} = 1132.87$$

$$\alpha_2 = \frac{Nu2 * \lambda2}{d_{эКВ}} = 434.58 \quad (14)$$

Материал наших трубок сталь марки 15, где $\lambda = 96 \delta_{mp} = 0,003$

$\alpha_{1,2}$ – коэффициенты теплоотдачи, Вт/м²*°С; Nu – число Нуссельта;

λ – теплопроводность среды, Вт/м*°С;

d – внутренний диаметр сосуда, м.

$$K = \frac{1}{1/\alpha_1 + \delta_{mp}/\lambda_{mp} + 1/\alpha_2 + 0.0003 + 0.0005} = 249,06 \quad (15)$$

$\alpha_{1,2}$ – коэффициенты теплоотдачи, Вт/м²*°С;

λ – теплопроводность среды, Вт/м*°С;

δ – толщина стенки трубок, м,

$R_{1,2}$ – коэффициенты загрязнения, м²*ч*°С \ ккал.

Площадь требуемой расчетной поверхности теплообмена

$$F_{расч} = \frac{N_1}{K * \Delta T_{cp}} = 6,7 \text{ м}^2 \quad (16)$$

$F_{расч}$ – площадь требуемой поверхности трубок, м²;

N – количество теплоты, Дж;

ΔT_{cp} – средняя разница температур, °С;

K – коэффициент теплопередачи, Вт/м²*°С.

Площадь конструкторская

$$l = 2$$

$$F_{констр} = \pi * d_{нар} * l * n_{.тр} = 8,55 \text{ м}^2 \quad (17)$$

$F_{констр}$ – конструкторская площадь поверхности трубок, м²;

π – число Пи;

$d_{внеш}$ – внешний диаметр трубок, м; l – длина трубок, м;

n – количество трубок, шт.

Запас поверхности

$$\frac{F_{кстр}}{F_{расч}} = 1,276 \quad (18)$$

Описание методики оценивания:

Подготовленная и оформленная в соответствии с требованиями контрольная работа оценивается по следующим критериям:

- достижение поставленной цели и задач исследования (новизна и актуальность поставленных в контрольной работе проблем, правильность формулирования цели, определения задач исследования, правильность выбора методов решения задач и реализации цели; соответствие выводов решаемым задачам, поставленной цели, убедительность выводов);

- уровень эрудированности автора по изученной теме (знание автором состояния изучаемой проблематики, цитирование источников, степень использования в работе результатов исследований);

- личные заслуги автора контрольной работы (новые знания, которые получены помимо образовательной программы, новизна материала и рассмотренной проблемы, научное значение исследуемого вопроса);

- культура письменного изложения материала (логичность подачи материала, грамотность автора)

- культура оформления материалов работы (соответствие работы всем стандартным требованиям);

- знания и умения на уровне требований стандарта данной дисциплины: знание фактического материала, усвоение общих понятий и идей;

- степень обоснованности аргументов и обобщений (полнота, глубина, всесторонность раскрытия темы, корректность аргументации и системы доказательств, характер и достоверность примеров, иллюстративного материала, наличие знаний интегрированного характера, способность к обобщению);
- качество и ценность полученных результатов (степень завершенности реферативного исследования, спорность или однозначность выводов);
- использование литературных источников.

При положительном заключении работа допускается к защите, о чем делается запись на титульном листе работы.

При отрицательной рецензии работа возвращается на доработку с последующим представлением на повторную проверку с приложением замечаний, сделанных преподавателем.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Стоянов Н. И., Смирнов С. С., Смирнова А. В. Теоретические основы теплотехники: техническая термодинамика и тепломассообмен: учебное пособие. — Ставрополь: СКФУ, 2014. — 225 с. — ЭВК, ЭБС УБО http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=457750
2. Кудинов И. В., Стефанюк Е. В. Теоретические основы теплотехники: учебное пособие, Ч. I. Термодинамика. — Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2013. — 172 с. — ЭВК, ЭБС УБО <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=256110>
3. Кудинов И. В., Стефанюк Е. В. Теоретические основы теплотехники: учебное пособие, Ч. II. Математическое моделирование процессов теплопроводности в многослойных ограждающих конструкциях. — Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2013. — 422 с. — ЭВК, ЭБС УБО <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=256111>
4. Дьяконов В. Г., Лонцаков О. А. Основы теплопередачи: учебное пособие. — Казань: Издательство КНИТУ, 2011. — 230 с. — ЭВК, ЭБС УБО <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258437&sr=1>
5. Теплотехника / Под ред. Шатрова М. Г. — М.: Академия, 2013. — 288 с

Дополнительная литература:

1. Михеев М. А., Михеева И. М. Основы теплопередачи. — М.: Энергия, 1973. — 320 с
2. Яновский А. А. Теоретические основы теплотехники: учебное пособие. — Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2017. — 104 с. — ЭВК, ЭБС УБО http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=484962
3. Круглов Г. А., Булгакова Р. И., Круглова Е. С. Теплотехника. — Лань, 2012. — 208 с. — ЭВК, ЭБС «Лань» http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=3900
4. Лекции по теплотехнике: конспект лекций / Сост. Никитин В. А. — Оренбург: ОГУ, 2011. — 532 с. — ЭВК, ЭБС УБО <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259242&sr=1>

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. <http://biblioclub.ru/>
2. <http://e.lanbook.com>
3. www.elibrary.ru
4. www.elib.bashedu.ru
5. www.truboprovod.ru
6. <http://kompas.ru/>

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория №301, аудитория №302 (Учебный корпус, адрес 450078, ул. Мингажева, д. 100)	Лекции	Аудитория № 301 1.Мультимедиа-проектор Epson eb-w06; 2.Lumien Master Picture, 244x183 3. Учебная мебель 4. Доска Аудитория № 302 1.Учебная мебель, 2.Учебно-наглядные пособия 3.Доска 4.Проектор Optoma 5.Настенный Draper Lumien Eco Picture, 180x180
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория №001, (Учебный корпус, адрес 450078, ул. Мингажева, д. 100)	Практические занятия	1.Ноутбук Packard bell ENTf71BM-C36P Celeron N2830/2Gb/320Gb/DVDRW/HD4400 int/15.6/WXGA/1366*768/Lin - 5 шт "2. ПК PowerCool i5-9400/DDR4 8Гб /HDD 1TB/450W/ 21.5"" /Клавиатура/Мышь" 3.Насос центробежный ADK-30 фирмы Aquario 4.Малогабаритный кожухотрубчатый теплообменный аппарат с геликоидальным потоком ТПГ159-1,6-20Г-Т-У 5.Лабораторный макет по переработке нефтешлама. 6.Сканер механических напряжений (Магнитоанизотропный Комплекс - 2.05) 7.Низкочастотная виброустановка "Комплекс ВТУ 01МП2" 8.Ультразвуковой технологический комплекс "Шмель -2" 9.Устройство ультразвуковой ударной обработки с круглым наконечником для установки "Шмель"
Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций: аудитория №301 (Учебный корпус, адрес 450078, ул. Мингажева, д. 100)	Групповые и индивидуальные консультации	1.Мультимедиа-проектор Epson eb-w06; 2.Lumien Master Picture, 244x183 3. Учебная мебель 4. Доска
Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория №301 (Учебный корпус, адрес 450078, ул. Мингажева, д. 100)	Текущий контроль и промежуточная аттестация	1.Мультимедиа-проектор Epson eb-w06; 2.Lumien Master Picture, 244x183 3. Учебная мебель 4. Доска
Помещение для самостоятельной работы: аудитория №2 (201) (Физмат корпус – учебное, адрес 3. Валиди, д. 32)	Самостоятельная работа	1. ПК - 10 шт

**ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ**

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Теоретические основы теплотехники и теплопередачи» на 2 курс 3 семестр

Очная форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов)	5 / 180
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	39.2
лекций	18
практических/ семинарских	18
лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	3.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	68.8
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта	20
Учебных часов на подготовку к экзамену (Контроль)	72

Формы) контроля:
курсовой проект 3 семестр
экзамен 3 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР		
1	2	3	4	5	6	8	9
1.	Введение. Роль дисциплины в прикладных научных исследованиях и производстве современного оборудования, посвященные процессам теплопередачи. Удельная теплоемкость. Теплопроводность. Свободная конвекция. Вынужденная конвекция. Конвективные потоки.	4	-		4	1, 2, 3 законы термодинамики	Коллоквиум, реферат
2.	Обзор технологических и производственных процессов, где применяются техника и технологии теплопередачи между двумя рабочими средами. Установки нефтегазовых и нефтеперерабатывающих отраслей.	2	-		4	Процессы (подогрев, испарение, конденсация, охлаждение)	Коллоквиум
3.	Роль современного теплообменного оборудования в нефтепереработке. Установка обессоливания и обезвоживания нефти. Установка атмосферной перегонки нефти. Установка гидрокрекинга. Установка каталитического риформинга.	4	2		2	Технологические установки производства нефтепродуктов	Коллоквиум
4.	Виды теплообменных аппаратов. Испарители. Конденсаторы. Холодильники. Подогреватели. Теплообменники.	2	6		10	Контрольные работы	Коллоквиум, контрольная работа
5.	Существующие конструкции	2	6		10	Обзор новых видов	Тест

	кожухотрубчатых теплообменных аппаратов. Линзовый компенсатор. Плавающая головка. U-образные трубы. Другие виды конструкций КТТА.					теплообменников	
6.	Проектирование теплообменных аппаратов. Влияние ламинарного и турбулентного потоков на теплопередачу. Влияние давления на теплопередачу. Внешние факторы. Учет тепловых потерь.	4	4		18.8	Обзор нестандартных теплообменников	Контрольная работа
7.	Курсовой проект				20	Тепловой расчет кожухотрубчатого теплообменного аппарата по техническому заданию заказчика. Дать оптимальную конструкцию аппарата, обеспечить технологичность деталей согласно ГОСТ	
8.	Итоговый контроль - Экзамен						
	Всего часов:	18	18		68.8		

**ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ**

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Теоретические основы теплотехники и теплопередачи» на 2 курс 4 семестр

Очно-заочная форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов)	5 / 180
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	39.2
лекций	18
практических/ семинарских	18
лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	3.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	113.8
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта	20
Учебных часов на подготовку к экзамену (Контроль)	27

Формы) контроля:
курсовой проект 4 семестр
экзамен 4 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР		
1	2	3	4	5	6	8	9
1.	Введение. Роль дисциплины в прикладных научных исследованиях и производстве современного оборудования, посвященные процессам теплопередачи. Удельная теплоемкость. Теплопроводность. Свободная конвекция. Вынужденная конвекция. Конвективные потоки.	4	-		20	1, 2, 3 законы термодинамики	Коллоквиум, реферат
2.	Обзор технологических и производственных процессов, где применяются техника и технологии теплопередачи между двумя рабочими средами. Установки нефтегазовых и нефтеперерабатывающих отраслей.	2	-		10	Процессы (подогрев, испарение, конденсация, охлаждение)	Коллоквиум
3.	Роль современного теплообменного оборудования в нефтепереработке. Установка обессоливания и обезвоживания нефти. Установка атмосферной перегонки нефти. Установка гидрокрекинга. Установка каталитического риформинга.	4	2		10	Технологические установки производства нефтепродуктов	Коллоквиум
4.	Виды теплообменных аппаратов. Испарители. Конденсаторы. Холодильники. Подогреватели. Теплообменники.	2	6		10	Контрольные работы	Коллоквиум, контрольная работа
5.	Существующие конструкции	2	6		20	Обзор новых видов	Тест

	кожухотрубчатых теплообменных аппаратов. Линзовый компенсатор. Плавающая головка. U-образные трубы. Другие виды конструкций КТТА.					теплообменников	
6.	Проектирование теплообменных аппаратов. Влияние ламинарного и турбулентного потоков на теплопередачу. Влияние давления на теплопередачу. Внешние факторы. Учет тепловых потерь.	4	4		23.8	Обзор нестандартных теплообменников	Контрольная работа
7.	Курсовой проект				20	Тепловой расчет кожухотрубчатого теплообменного аппарата по техническому заданию заказчика. Дать оптимальную конструкцию аппарата, обеспечить технологичность деталей согласно ГОСТ	
8.	Итоговый контроль - Экзамен						
	Всего часов:	18	18	-	113.8		

**ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ**

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Теоретические основы теплотехники и теплопередачи» на 2 курс 3 семестр

Заочная форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов)	5 / 180
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	19.2
лекций	8
практических/ семинарских	8
лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	3.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	151.8
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта	20
Учебных часов на подготовку к экзамену (Контроль)	9

Формы) контроля:
курсовой проект 3 семестр
экзамен 3 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР		
1	2	3	4	5	6	8	9
1.	Введение. Роль дисциплины в прикладных научных исследованиях и производстве современного оборудования, посвященные процессам теплопередачи. Удельная теплоемкость. Теплопроводность. Свободная конвекция. Вынужденная конвекция. Конвективные потоки.	2	-		20	1, 2, 3 законы термодинамики	Коллоквиум, реферат
2.	Обзор технологических и производственных процессов, где применяются техника и технологии теплопередачи между двумя рабочими средами. Установки нефтегазовых и нефтеперерабатывающих отраслей.	1	-		20	Процессы (подогрев, испарение, конденсация, охлаждение)	Коллоквиум
3.	Роль современного теплообменного оборудования в нефтепереработке. Установка обессоливания и обезвоживания нефти. Установка атмосферной перегонки нефти. Установка гидрокрекинга. Установка каталитического риформинга.	1	-		20	Технологические установки производства нефтепродуктов	Коллоквиум
4.	Виды теплообменных аппаратов. Испарители. Конденсаторы. Холодильники. Подогреватели. Теплообменники.	1	4		20	Контрольные работы	Коллоквиум, контрольная работа
5.	Существующие конструкции	1	-		30	Обзор новых видов	Тест

	кожухотрубчатых теплообменных аппаратов. Линзовый компенсатор. Плавающая головка. U-образные трубы. Другие виды конструкций КТТА.					теплообменников	
6.	Проектирование теплообменных аппаратов. Влияние ламинарного и турбулентного потоков на теплопередачу. Влияние давления на теплопередачу. Внешние факторы. Учет тепловых потерь.	2	4		21.8	Обзор нестандартных теплообменников	Контрольная работа
7.	Курсовой проект				20	Тепловой расчет кожухотрубчатого теплообменного аппарата по техническому заданию заказчика. Дать оптимальную конструкцию аппарата, обеспечить технологичность деталей согласно ГОСТ	
8.	Итоговый контроль - Экзамен						
	Всего часов:	8	8	-	151.8		