


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

Утверждено:
на заседании кафедры ТМО
протокол № 30 от «18» июня 2019 г.
И.о. зав. кафедрой

Согласовано:
Председатель УМК
Инженерного факультета

 / А.В. Боткин

 / А.Я. Мельникова

СОГЛАСОВАНО:
Зам. гл. директора
АО «Красный пролетарий»
 / М.И. Шарипов



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы оптимизации аппаратурного оформления тепломассообменных процессов

Вариативная часть. Дисциплина по выбору – Б1.В.ДВ.04.01

Программа академической магистратуры

Направление подготовки

15.04.02 - Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль) подготовки

«Инжиниринг технологического оборудования химических и нефтехимических производств»

Квалификация
магистр

Разработчик (составитель)
профессор, д.т.н.

 / Р.Г. Абдеев

Для приема: 2019 г.

Уфа 2019 г.

Разработчик (составитель): профессор, д.т.н. Р.Г. Абдеев, профессор, д.т.н. Р.И. Сайтов,
доцент, к.т.н. Э.Р. Абдеев.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры ТМО № 30 от «18»
июня 2019

И.о. зав. кафедрой  / Боткин А.В.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены
на заседании кафедры: обновлены билеты и список используемой литературы протокол
№10 от «13» января 2020 г.

И.о. зав. кафедрой  / Сайтов Р.И.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены
на заседании кафедры: обновлены билеты и список используемой литературы протокол №
1 от «16» сентября 2021 г.

И.о. зав. кафедрой  / Юминов И.П.

Список документов и материалов

1	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2	Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	8
3	Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	9
4	Фонд оценочных средств по дисциплине	10
	<i>4.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания</i>	<i>10</i>
	<i>4.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций</i>	<i>13</i>
5	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	20
	<i>5.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины</i>	<i>20</i>
	<i>5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» для освоения дисциплины</i>	<i>21</i>
6	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	21
	Приложение № 1	23

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • функции научно-педагогических исследований в системе образования; классификацию методов исследования; этапы исследования; теоретические основы организации научно-исследовательской деятельности в сфере образования; методологию научно-педагогических исследований; • принципы унификации конструкторско-технологических решений. 	ПК-5-способностью осуществлять экспертизу технической документации;	
	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методические и нормативные документы по реализации проектов и программ создания теплообменной аппаратуры химических и нефтехимических производств; • способы формализации информации для ее хранения в базах знаний. 	ПК-25-способностью разрабатывать методические и нормативные документы, предложения и проводить мероприятия по реализации разработанных проектов и программ;	
	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • новые современные методы разработки и изготовления теплообменной аппаратуры повышенной тепловой эффективности; • Технологические возможности стандартных контрольно-измерительных приборов и инструмента. 	ПК-26-готовностью применять новые современные методы разработки технологических процессов изготовления изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности с определением рациональных технологических режимов работы специального оборудования.	
Умения	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять комплекс исследовательских методов; систематизировать полученную информацию в процессе работы над исследованием; • использовать САПР-системы для поиска и анализа конструкторско- 	ПК-5-способностью осуществлять экспертизу технической документации;	

	технологических решений с целью их унификации и типизации.		
	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять методические и нормативные документы при проектировании и изготовления теплообменной аппаратуры химических и нефтехимических производств; • оценивать записи в базах знаний и справочниках системы автоматизированного проектирования, созданные специалистами более низкой квалификации. 	ПК-25-способностью разрабатывать методические и нормативные документы, предложения и проводить мероприятия по реализации разработанных проектов и программ;	
	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками разработки методических и нормативных документов при проектировании и изготовления теплообменной аппаратуры химических и нефтехимических производств; • навыками ведения баз знаний выбора средств технологического оснащения, контрольно-измерительных приборов и инструментов; расчета режимов резания, норм времени и расхода материалов. 	ПК-26-готовностью применять новые современные методы разработки технологических процессов изготовления изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности с определением рациональных технологических режимов работы специального оборудования.	
Владения (навык и / опыт деятельности)	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками проведения и анализа результатов научного исследования в сфере науки и области образования с использованием современных научных методов и технологий; • навыками разработки с применением CAD-, CAPP-систем унифицированных конструкторско-технологических решений. 	ПК-5-способностью осуществлять экспертизу технической документации;	
	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками разработки методических и нормативных документов при проектировании и изготовления теплообменной аппаратуры химических и нефтехимических производств; • навыками ведения баз знаний выбора средств технологического оснащения, контрольно-измерительных приборов и инструментов; расчета режимов резания, норм времени и расхода материалов. 	ПК-25-способностью разрабатывать методические и нормативные документы, предложения и проводить мероприятия по реализации разработанных проектов и программ;	

	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками использования новых современных методов разработки и изготовления теплообменной аппаратуры повышенной тепловой эффективности; • навыками разработки с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем технических заданий на проектирование специальных контрольно-измерительных приборов и инструмента, необходимых для реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности. 	<p>ПК-26-готовностью применять новые современные методы разработки технологических процессов изготовления изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности с определением рациональных технологических режимов работы специального оборудования.</p>	
--	--	--	--

2 Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Целью изучения дисциплины «Основы оптимизации аппаратного оформления тепломассообменных процессов» является формирование следующих компетенций: ПК-5; ПК-25; ПК-26

Учебная дисциплина «Основы оптимизации аппаратного оформления тепломассообменных процессов» относится к вариативной части дисциплин по выбору – Б1.В.ДВ.04.01

Дисциплина изучается на 1 курсе.

Связь курса с другими дисциплинами:

«Теоретические основы изготовления технологического оборудования» ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-22

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 с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

ПК-5 – способность анализировать результаты научных исследований, применять их при решении конкретных научно-исследовательских задач в сфере науки и образования, самостоятельно осуществлять научное исследование.

Этап, уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Зачтено	Не зачтено
Первый этап (уровень)	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • функции научно-педагогических исследований в системе образования; классификацию методов исследования; этапы исследования; теоретические основы организации научно-исследовательской деятельности в сфере образования; методологию научно-педагогических исследований; • принципы унификации конструкторско-технологических решений. 	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • функции научно-педагогических исследований в системе образования; классификацию методов исследования; этапы исследования; теоретические основы организации научно-исследовательской деятельности в сфере образования; методологию научно-педагогических исследований; • принципы унификации конструкторско-технологических решений. 	Не знает
Второй этап (уровень)	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять комплекс исследовательских методов; систематизировать полученную информацию в процессе работы над исследованием; • использовать САПР-системы для поиска и анализа конструкторско-технологических решений с целью их унификации и типизации. 	<p>Умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять комплекс исследовательских методов; систематизировать полученную информацию в процессе работы над исследованием; • использовать САПР-системы для поиска и анализа конструкторско-технологических решений с целью их унификации и типизации. 	Не умеет
Третий этап (уровень)	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками проведения и анализа результатов научного исследования в сфере науки и области образования с использованием современных научных методов и технологий; • навыками разработки с 	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками проведения и анализа результатов научного исследования в сфере науки и области образования с использованием современных научных методов и технологий; • навыками разработки с 	Не владеет

	применением САD-, САPP-систем унифицированных конструкторско-технологических решений.	применением САD-, САPP-систем унифицированных конструкторско-технологических решений.	
--	---	---	--

ПК-25-способностью разрабатывать методические и нормативные документы, предложения и проводить мероприятия по реализации разработанных проектов и программ.

Этап, уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Зачтено	Не зачтено
Первый этап (уровень)	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методические и нормативные документы по реализации проектов и программ создания теплообменной аппаратуры химических и нефтехимических производств; • способы формализации информации для ее хранения в базах знаний. 	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методические и нормативные документы по реализации проектов и программ создания теплообменной аппаратуры химических и нефтехимических производств; • способы формализации информации для ее хранения в базах знаний. 	Не знает
Второй этап (уровень)	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять методические и нормативные документы при проектировании и изготовления теплообменной аппаратуры химических и нефтехимических производств; • оценивать записи в базах знаний и справочниках системы автоматизированного проектирования, созданные специалистами более низкой квалификации. 	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять методические и нормативные документы при проектировании и изготовления теплообменной аппаратуры химических и нефтехимических производств; • оценивать записи в базах знаний и справочниках системы автоматизированного проектирования, созданные специалистами более низкой квалификации. 	Не умеет
Третий этап (уровень)	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками разработки методических и нормативных документов при проектировании и изготовления теплообменной аппаратуры химических и нефтехимических производств; • навыками ведения баз знаний выбора средств технологического оснащения, контрольно-измерительных приборов и инструментов; расчета режимов резания, норм времени и расхода материалов. 	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками разработки методических и нормативных документов при проектировании и изготовления теплообменной аппаратуры химических и нефтехимических производств; • навыками ведения баз знаний выбора средств технологического оснащения, контрольно-измерительных приборов и инструментов; расчета режимов резания, норм времени и расхода материалов. 	Не владеет

ПК-26-готовностью применять новые современные методы разработки технологических процессов изготовления изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности с определением рациональных технологических режимов работы специального оборудования.

Этап, уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Зачтено	Не зачтено
Первый этап (уровень)	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> новые современные методы разработки и изготовления теплообменной аппаратуры повышенной тепловой эффективности; Технологические возможности стандартных контрольно-измерительных приборов и инструмента. 	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> новые современные методы разработки и изготовления теплообменной аппаратуры повышенной тепловой эффективности; Технологические возможности стандартных контрольно-измерительных приборов и инструмента. 	Не знает
Второй этап (уровень)	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> новые современные методы разработки и изготовления теплообменной аппаратуры повышенной тепловой эффективности; использовать САРР-системы для расчета припусков и промежуточных размеров на обработку поверхностей машиностроительных изделий средней сложности. 	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> новые современные методы разработки и изготовления теплообменной аппаратуры повышенной тепловой эффективности; использовать САРР-системы для расчета припусков и промежуточных размеров на обработку поверхностей машиностроительных изделий средней сложности. 	Не умеет
Третий этап (уровень)	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> навыками использования новых современных методов разработки и изготовления теплообменной аппаратуры повышенной тепловой эффективности; навыками разработки с применением САД-, САРР-, PDM-систем технических заданий на проектирование специальных контрольно-измерительных приборов и инструмента, необходимых для реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности. 	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> навыками использования новых современных методов разработки и изготовления теплообменной аппаратуры повышенной тепловой эффективности; навыками разработки с применением САД-, САРР-, PDM-систем технических заданий на проектирование специальных контрольно-измерительных приборов и инструмента, необходимых для реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности. 	Не владеет

Шкалы оценивания:

для зачета:

зачтено – оценки «3», «4», «5»

не зачтено – оценка «2»

4.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Оценочные средства
Знания	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • функции научно-педагогических исследований в системе образования; классификацию методов исследования; этапы исследования; теоретические основы организации научно-исследовательской деятельности в сфере образования; методологию научно-педагогических исследований; • принципы унификации конструкторско-технологических решений. 	ПК-5-способностью осуществлять экспертизу технической документации;	Устный опрос
	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методические и нормативные документы по реализации проектов и программ создания теплообменной аппаратуры химических и нефтехимических производств; • способы формализации информации для ее хранения в базах знаний. 	ПК-25-способностью разрабатывать методические и нормативные документы, предложения и проводить мероприятия по реализации разработанных проектов и программ;	Контрольная работа
	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • новые современные методы разработки и изготовления теплообменной аппаратуры повышенной тепловой эффективности; • Технологические возможности стандартных контрольно-измерительных приборов и инструмента. 	ПК-26-готовностью применять новые современные методы разработки технологических процессов изготовления изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности с	Контрольная работа

		определением рациональных технологических режимов работы специального оборудования.	
Умени я	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять комплекс исследовательских методов; систематизировать полученную информацию в процессе работы над исследованием; • использовать САРР-системы для поиска и анализа конструкторско-технологических решений с целью их унификации и типизации. 	ПК-5-способностью осуществлять экспертизу технической документации;	Контрольная работа
	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять методические и нормативные документы при проектировании и изготовления теплообменной аппаратуры химических и нефтехимических производств; • оценивать записи в базах знаний и справочниках системы автоматизированного проектирования, созданные специалистами более низкой квалификации. 	ПК-25-способностью разрабатывать методические и нормативные документы, предложения и проводить мероприятия по реализации разработанных проектов и программ;	Контрольная работа
	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками разработки методических и нормативных документов при проектировании и изготовления теплообменной аппаратуры химических и нефтехимических производств; • навыками ведения баз знаний выбора средств технологического оснащения, контрольно-измерительных приборов и инструментов; расчета режимов резания, норм времени и расхода материалов. 	ПК-26-готовностью применять новые современные методы разработки технологических процессов изготовления изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности с определением рациональных технологических режимов работы специального оборудования.	Контрольная работа

Владения (навыки и / опыт деятельности)	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками проведения и анализа результатов научного исследования в сфере науки и области образования с использованием современных научных методов и технологий; • навыками разработки с применением CAD-, CAPP-систем унифицированных конструкторско-технологических решений. 	ПК-5-способностью осуществлять экспертизу технической документации;	Контрольная работа
	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками разработки методических и нормативных документов при проектировании и изготовления теплообменной аппаратуры химических и нефтехимических производств; • навыками ведения баз знаний выбора средств технологического оснащения, контрольно-измерительных приборов и инструментов; расчета режимов резания, норм времени и расхода материалов. 	ПК-25-способностью разрабатывать методические и нормативные документы, предложения и проводить мероприятия по реализации разработанных проектов и программ;	Контрольная работа
	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками использования новых современных методов разработки и изготовления теплообменной аппаратуры повышенной тепловой эффективности; • навыками разработки с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем технических заданий на проектирование специальных контрольно-измерительных приборов и инструмента, необходимых для реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности. 	ПК-26-готовностью применять новые современные методы разработки технологических процессов изготовления изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности с определением рациональных технологических режимов работы специального оборудования.	Контрольная работа

4.2.1 Задания для контрольной работы

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Башкирский государственный университет»
Инженерный факультет

Задания для проведения текущего контроля

по учебной дисциплине «Основы оптимизации аппаратного оформления тепломассообменных процессов»

1. Сделайте эскиз выпарного аппарата, близкого к модели идеального смешения, и выпарного аппарата идеального вытеснения.
2. Постройте температурный график выпарной установки.
3. Постройте схему поверочного расчета поверхностных теплообменников.
4. Охарактеризуйте температурные компенсаторы в кожухотрубчатых теплообменниках. Напишите формулу расчета термического удлинения труб и коэффициенты удлинения углеродистой и высоколегированной сталей.
5. Изобразите схемы нагрева горячими жидкостями с естественной и принудительной циркуляцией промежуточного теплоносителя.
6. Оценить площадь поверхности теплообменного аппарата по рекомендуемым значениям коэффициентов теплоотдачи.
7. Найти эффективность теплообменного аппарата по известному тепловому балансу.
8. Определить степень оребрения по геометрии ребер.
9. Определить коэффициент теплопередачи со стороны оребренной и неоребренной поверхности.
10. Найти КПД ребра и КПД оребренной поверхности по известным характеристикам ребер и коэффициенту теплоотдачи.
11. Определить требуемую мощность на прокачку теплоносителя в теплообменном аппарате.
12. Найти конечное влагосодержание (либо температуру газа) в смесительном теплообменнике из его теплового баланса, считая газ на выходе полностью насыщенным.
13. Найти количество вторичного пара (либо крепкого раствора) в выпарной установке по ступеням.
14. Определить время сушки материала в первом периоде.
15. Определить время сушки материала во втором периоде.

Задачи

1. Определить суммарные потери теплоты за счет конвективного и лучистого теплообмена с единицы длины паропровода диаметром $d=200\text{мм}$, если температура и степень черноты его поверхности соответственно равны $t_c=(467-2n)^\circ\text{C}$, $\varepsilon=0,79$, а температура окружающего воздуха $t_{\text{ж}}=27^\circ\text{C}$.

2. В холодильной установке необходимо охлаждать жидкость, расход которой $G_1=(275-2n)\text{кг/ч}$, от $t_1'=120^\circ\text{C}$ до $t_1''=50^\circ\text{C}$. Теплоемкость жидкости $c_{p1}=3,05\text{ кДж/(кг*К)}$. Для охлаждения используется вода с начальной

температурой $t_2' = 10^{\circ}\text{C}$. Расход охлаждающей воды $G_2 = (1100 + 3n)$ кг/ч, теплоемкость $c_{p2} = 4,19$ кДж/(кг*К). Определить поверхность теплообмена при прямотоке и противотоке, если $K = 1000$ Вт/(м²*К). Сравнить полученные значения.

Пример готовой задачи

Задача по теме: «Конвективный теплообмен»

В кольцевом канале теплообменного аппарата движется вода со скоростью $W = (0,2 + 0,01n)$ м/с. Средние температуры воды $t_{ж} = 10^{\circ}\text{C}$ и стенок $t_{ст} = 70^{\circ}\text{C}$. Размеры канала $d_1 = 50$ мм и $d_2 = 160$ мм. Обогрев осуществляется по всему смоченному периметру канала. Определить плотность теплового потока q (Вт/м²) и линейную плотность его q_1 (Вт/м).

Дано:

$$W = (0,2 + 0,01n) \text{ м/с};$$

$$t_{ж} = 10^{\circ}\text{C};$$

$$t_{ст} = 70^{\circ}\text{C};$$

$$d_1 = 50 \text{ мм} = 0,05 \text{ м};$$

$$d_2 = 160 \text{ мм} = 0,16 \text{ м};$$

$$n = 38.$$

Найти:

$$q - ? \text{ Вт/м}^2;$$

$$q_1 - ? \text{ Вт/м}.$$

Решение:

$$W = 0,2 + 0,01 * 38 = 0,58 \text{ м/с}.$$

$$\text{При } t_{ж} = 10^{\circ}\text{C} \quad v_{ж} = 1,306 * 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}.$$

$$Re_{ж} = \frac{W * (d_2 - d_1)}{v} \quad (1.1)$$

$$Re_{ж} = \frac{W * (d_2 - d_1)}{v} = \frac{0,58(0,16 - 0,05)}{1,306 * 10^{-6}} = 4,9 * 10^4 > 1 * 10^4, \quad \text{следовательно режим движения турбулентный.}$$

Средний коэффициент теплоотдачи на внутренней поверхности стенки при турбулентном режиме течения капельных жидкостей и газов в каналах кольцевого сечения может быть рассчитан по следующей формуле:

$$Nu_{ж} = 0,017 Re_{ж}^{0,8} * Pr_{ж}^{0,4} \left(\frac{Pr_{ж}}{Pr_c} \right)^{0,25} \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^{0,18} \quad (1.2)$$

Формула (2.1) справедлива при $d_2/d_1 = 1,2 \div 14$; $Pr_{ж} = 0,7 \div 100$.

В нашем случае

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{160}{50} = 3,2, \quad Pr_{ж} = 9,45, \quad \text{значит расчет делаем по формуле (1.2).}$$

$$\text{При } t_{ж} = 10^{\circ}\text{C} \quad Pr_{ж} = 9,45, \quad \lambda_{ж} = 0,580 \text{ Вт/(м}^{\circ}\text{C)};$$

$$\text{при } t_c = 70^{\circ}\text{C} \quad Pr_c = 2,55;$$

$$Nu_{ж} = 0,017 * 49000^{0,8} * 9,45^{0,4} \left(\frac{9,45}{2,55} \right)^{0,25} \left(\frac{0,16}{0,05} \right)^{0,18} = 403,5$$

$$\alpha = Nu_{ж} \frac{\lambda_{ж}}{(d_2 - d_1)} = 403,5 \frac{0,58}{0,16 - 0,05} = 2127,6 \text{ Вт/(м}^2 * \text{C)}.$$

$$q = \alpha (t_c - t_{ж}) = 2127,6 (70 - 10) = 127656 \text{ Вт/м}^2;$$

$$q_1 = \frac{q}{\pi d_1} = \frac{127656}{3,4 \cdot 0,05} = 813096 \text{ Вт/м.}$$

Ответ: $q=127656 \text{ Вт/м}^2$, $q_1=813096 \text{ Вт/м.}$

Критерии оценки:

Зачтено:

Оценка «5»

выставляется, если студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета

Оценка «4»

если студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов.

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.

Не зачтено:

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.

4.2.2 Оформление вопросов для зачёта

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Башкирский государственный университет»
Инженерный факультет
Кафедра «Технологические машины и оборудование»

Вопросы для зачёта

по учебной дисциплине «Основы оптимизации аппаратурного оформления
тепломассообменных процессов»

1. Выразите закон сохранения массы для системы, состоящей из одного компонента для многокомпонентной системы.
2. Приведите выражение теплового баланса аппарата.
3. Что понимают под плотностью конвективного потока?
4. По каким признакам разделяют материальные балансы?
5. Приведите выражения материальных 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?
16. Что понимают под средним временем пребывания частиц потока в аппарате. от чего оно зависит и как определяется?
17. Перечислите основные методы перемешивания жидких сред.
18. Что такое суспензия, эмульсия, аэрозоль?
19. Приведите понятия температурного градиента и изотермической поверхности.
20. Что такое аналогии Рейнольдса, Прандтля, Кольборна?
21. В чем состоит различие между процессами конвекции и теплоотдачи?
22. Сопоставьте движущие силы и расходы теплоносителей

припрямоточном и противоточном движении теплоносителей в теплообменнике.

23. Перечислите основные достоинства и недостатки нагрева насыщенным водяным паром.

24. Каковы назначение и принцип действия конденсатоотводчиков?

25. Как определяется температура кипения раствора в выпарных аппаратах однокорпусной и многокорпусной выпарных установок?

Критерии оценки:

Зачтено:

- глубокое и прочное усвоение программного материала;
- полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания;
- свободно справляющиеся с поставленными задачами, знания материала,
- правильно обоснованные принятые решения;
- владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ.
- знание программного материала;
- грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос;
- правильное применение теоретических знаний;
- владение необходимыми навыками при выполнении практических задач.
- усвоение основного материала;
- при ответе допускаются неточности;
- при ответе недостаточно правильные формулировки;
- нарушение последовательности в изложении программного материала;
- затруднения в выполнении практических заданий.

Не зачтено:

- незнание программного материала;
- при ответе возникают ошибки;
- затруднения при выполнении практических работ.

5 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

Основная литература

1. Леонтьева А. И. Оборудование химических производств: в 2 частях, Ч. 1. — Тамбов: Издательство ФГОУ ВПО «ТГТУ», 2012. — 234 с. — ЭВК, ЭБС УБО <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277812&sr=1>
2. Леонтьева А. И. Оборудование химических производств: учебное пособие: в 2 частях, ч. 2. — Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. — 281 с. — ЭВК, ЭБС УБО

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277813&sr=1>

3. Круглов Г. А., Булгакова Р. И., Круглова Е. С. Теплотехника: учебное пособие. — Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2012. — 208 с. ЭВК, ЭБС «Лань» http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3900

Дополнительная литература

1. Поляков А. А. Механика химических производств: учебное пособие для вузов. — 3-е издание. — Москва: ООО ИД "Альянс", 2007. — 391 с.
2. Юдаев Б.Н. Техническая термодинамика. Теплопередача: учебник для вузов. — Москва: Высш. шк., 1988. — 479 с.
3. Гинзбург И. П. Теория сопротивления и теплопередачи. — СПб.: ЛГУ, 1970. — 375 с.
4. Нащокин, В.В. Техническая термодинамика и теплопередача: Учебное пособие для неэнергетических вузов. — Москва: Высш. шк., 1969. — 560 с.
5. Айдаров А. А., Колобанов Ю. И. Теплопередача: учебное пособие. — Рига, 1968. — 203 с.
6. Хоблер Т. Теплопередача и теплообменники. — СПб.:Госхимиздат, 1961. — 820 с.
7. Вобликова Т. В., Шлыков С. Н., Пермяков А. В. Процессы и аппараты пищевых производств: учебное пособие. — Ставрополь: Агрус, 2013. — 212 с. — ЭВК, ЭБС УБО
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277522&sr=1>
8. Акулич П. В. Расчеты сушильных и теплообменных установок. — Минск: Белорусская наука, 2010. — 444 с. — ЭВК, ЭБС УБО
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89349&sr=1>

9. Экспериментальные методы изучения процессов теплопередачи (пособие к лабораторному практикуму): учебное пособие / Под ред. В. И. Деева. — М.: МИФИ, 2008. — 112 с. — ЭВК, ЭБС УБО
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=237955&sr=1> книга временно недоступна

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» для освоения дисциплины

1. <https://e.lanbook.com/>

2. <https://elib.bashedu.ru/>

3. <http://www.bashlib.ru/>

4. <http://biblioclub.ru/>

5. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.

6. MicrosoftOfficeStandard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.

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

<p>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория № 208 (Учебный корпус, адрес 450078, ул. Мингажева, д. 100).</p> <p>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория № 208 (Учебный корпус, адрес 450078, ул. Мингажева, д. 100).</p> <p>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций: аудитория № 208 (Учебный корпус, адрес 450078, ул. Мингажева, д. 100).</p> <p>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория № 208 (Учебный корпус, адрес 450078, ул. Мингажева, д. 100).</p> <p>5. помещения для самостоятельной работы: читальный зал № 2 (201) (Физмат корпус – учебное, адрес 3. Валиди, д. 32), читальный зал № 201, аудитория № 403 компьютерный класс (Учебный корпус, адрес 450078, ул. Мингажева, д. 100).</p>	<p>Аудитория № 208 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа-проектор Nec M361X(M361XG) LCD 3600Lm XGA(1024x768) 3000:1, экран настенный ScreenMedia Economy-P 1:1 180x180см Matte, аудиосистема, ноутбук Samsung,</p> <p>Аудитория № 403 1. Коммутатор HP V1410-24G 2. Персональный компьютер в комплекте Lenovo ThinkCentre All-In-One (12 шт.) 3. Персональный компьютер Моноблок барэбон ECS G11-21ENS6B 21.5 G870/2GDDR31333/320G SATA/DVD+RW (12 шт.) 4. Сервер №2 Depo Storm1350Q1 5. Коммутатор Hewlett Packard HP V1410-8 G.</p> <p>Читальный зал № 2 (201) Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 5 шт, принтер – 1 шт., сканер – 1 шт.</p> <p>Читальный зал № 201 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблок стационарный – 1 шт.</p>	<p>1) Система электронного тестирования на базе Moodle http://moodle.bashedu.ru/course/view.php?id=2841</p> <p>2). Пакет офисных приложений профессионального уровня Office Professional Plus 013 Russian OLPNL Academic Edition № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.</p> <p>3) Операционная система для персонального компьютера Win SL & Russian OLP NL AcademicEdition Legalization GetGenuine № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.</p> <p>4) Обновление операционной системы для персонального компьютера Windows Professional 8 Russian Upgrade OLPNL Academic Edition № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.</p>
---	---	---

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Основы оптимизации аппаратурного оформления
 тепломассообменных процессов» на весенний (2) семестр

заочной формы обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	10,7
лекций	4
практических/ семинарских	2
лабораторных	4
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	57,3
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	4

Форма контроля:

Контрольная работа – 2 семестр

зачет – 2 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ЛР	ПР	СР			
Модуль 1								
1	1.Агрегатные состояния и фазовые переходы веществ в аппаратах. 2.Оптимизация конструкции аппаратов испарителей и конденсаторов. 3.Понятие энтальпии.	1	-	-	5	По приведенному списку литературы в соответствии с изучаемой темой	Выполнить задание преподавателя	Контрольная работа
2	3.Закон сохранения энергии. Закон сохранения массы. 4.Закон сохранения импульса. 5.Особенности проектирования аппаратов и теплообменников при работе с высокими температурами. 6.Особенности проектирования аппаратов и теплообменников при работе с высокими давлениями.	1	-	2	15	По приведенному списку литературы в соответствии с изучаемой темой	Выполнить задание преподавателя	Контрольная работа

Модуль 2

3	<p>1.Виды конструкций теплообменных аппаратов.</p> <p>2.Теплообменники с плавающей головкой.</p> <p>3.Преимущества и недостатки данной конструкции.</p> <p>4.Теплообменники с U-образными трубами.</p> <p>5.Технология изготовления и монтажа трубного пучка.</p> <p>6.Теплообменники с линзовым компенсатором на кожухе.</p> <p>7. Условия использования линзовых компенсаторов.</p> <p>8. Расчет линейного термического удлинения труб и трубопроводов.</p> <p>9.Ректификационные колонны Тарельчатые колонны.</p> <p>10.Насадочные колонны.</p> <p>11.Методы проектирования ректификационных колонн.</p> <p>12. Процесс массообмена.</p>	-	-	-	2,3	По приведенному списку литературы в соответствии с изучаемой темой	Выполнить задание преподавателя	Контрольная работа
---	---	---	---	---	-----	--	---------------------------------	--------------------

	13. Особенности технологии изготовления ректификационных колонн.							
4	14. Однократное и многократное выпаривание. 15. Конструкции выпарных аппаратов. 16. Мокрая очистка газов. Отстойники и фильтры. 17. Конвективные потоки и массообмен. 18. Вынужденная и естественная конвекция. 19. Основные характеристики потока жидкости и газа. 20. Подбор насосного и компрессорного оборудования. 21. Расчет и конструирование аппаратов для эффективного массообмена и теплопередачи.	2	4	4	25	По приведенному списку литературы в соответствии с изучаемой темой	Выполнить задание преподавателя	Контрольная работа
Всего часов:		4	4	2	57,3			
								Контрольная работа
								зачет

