

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

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



/ Юминов И.П.

Согласовано:
Председатель УМК
Инженерного факультета



/ Баннова А.В.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Основы оптимизации аппаратурного оформления тепломассообменных
процессов**

Обязательная часть– Б1.О.09

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)
профессор, докт. техн. наук
(должность, ученая степень, ученое
звание)



_____/Саифов Р.И.
(подпись, Фамилия И.О.)

Для приема: 2022 г.

Уфа 2022 г.

Разработчик (составитель): профессор, докт. техн. наук Сайтов Р.И.

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	7
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	12
5 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	19
5.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	19
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы	19
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	20

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
Экологичная культура	ОПК-7 – Способен разрабатывать современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении;	ИДКОПК-7.1 обосновывает применение (использование) энергетических и сырьевых ресурсов в машиностроении; ИДКОПК-7.2 оценивает экологичность и безопасность использования ресурсов в машиностроении; ИДКОПК-7.3 применяет естественно-научные законы при решении профессиональных задач	Знать методические и нормативные документы по реализации проектов и программ создания теплообменной аппаратуры химических и нефтехимических производств. Уметь применять методические и нормативные документы при проектировании и изготовления теплообменной аппаратуры химических и нефтехимических производств. Владеть навыками разработки методических и нормативных документов при проектировании и изготовления теплообменной аппаратуры химических и нефтехимических производств.
Ответственность в профессиональной деятельности	ОПК-10 – Способен разрабатывать методики обеспечения производственной и экологической безопасности на рабочих местах;	ИДКОПК-10.1 способен проводить контроль производственной и экологической безопасности на предприятии; ИДКОПК-10.2 способен составлять план работ по обеспечению производственной и экологической безопасности на предприятии	Знать новые современные методы разработки и изготовления теплообменной аппаратуры повышенной тепловой эффективности. Уметь применять новые современные методы разработки и изготовления теплообменной аппаратуры повышенной тепловой эффективности. Владеть навыками использования новых современных методов разработки и изготовления теплообменной аппаратуры повышенной тепловой эффективности.

<p>Разработка испытаний</p>	<p>ОПК-11 - Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании;</p>	<p>ИДК_{ОПК-11.1} знает методы анализа нормативной, конструкторской и технологической документации; ИДК_{ОПК-11.2} умеет разрабатывать методики измерений, контроля и испытаний образцов изготавливаемой продукции; ИДК_{ОПК-11.3} владеет навыками выполнения статистической обработки результатов контроля и измерений.</p>	<p>Знать новые современные методы и способы производства углеводородных продуктов (дистиллятов). Уметь применять новые современные методы модернизации теплообменной аппаратуры повышенной тепловой эффективности. Владеть навыками оценки прочностных характеристик сосудов и аппаратов технологических установок в различных условиях эксплуатации и климатических условий.</p>
<p>Подготовка производства и обоснование технологических процессов в области технологического оборудования химических и нефтехимических производств, конструкционных материалов и технологий</p>	<p>ПК-10 - Способен контролировать технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности</p>	<p>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 САПР-системы, их функциональные возможности для проектирования технологических процессов изготовления машиностроительных изделий низкой сложности.</p>	<p>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 САПР-системы, их функциональные возможности для проектирования технологических процессов изготовления машиностроительных изделий низкой сложности.</p>

		<p>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 CAE-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>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 CAE-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>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.</p>	<p>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.</p>

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Основы оптимизации аппаратурного оформления тепломассообменных процессов» относится к обязательной части дисциплин.

Дисциплина изучается:

- на 2 курсе в 3-м семестре у очной формы обучения,
- на 2 курсе в 4-м семестре у очно-заочной;
- на 2 курсе в 2-й сессии у заочной формы обучения.

Целью изучения дисциплины «Основы оптимизации аппаратурного оформления тепломассообменных процессов» является формирование у студентов знаний, умений и навыков по моделированию, оптимизации и модернизации аппаратов и их средств технического оснащения и автоматизации для обеспечения бесперебойного и стабильного процесса тепломассообмена. Курс дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-7 – Способен разрабатывать современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении;

ОПК-10 – Способен разрабатывать методики обеспечения производственной и экологической безопасности на рабочих местах;

ОПК-11 - Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании.

ПК-10 - Способен контролировать технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

Б1.О.03 - Компьютерные технологии в машиностроении.

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

ОПК-7 - Способен разрабатывать современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«не зачтено»	«зачтено»
ИДКОПК-7.1 обосновывает применение (использование) энергетических и сырьевых ресурсов в машиностроении;	Знать: - методические и нормативные документы по реализации проектов и программ создания теплообменной аппаратуры химических и нефтехимических производств.	Не имеет представления об: - методических и нормативных документах по реализации проектов и программ создания теплообменной аппаратуры химических и нефтехимических производств.	Имеет чёткое представление об: - методических и нормативных документах по реализации проектов и программ создания теплообменной аппаратуры химических и нефтехимических производств.
ИДКОПК-7.2 оценивает экологичность и безопасность использования ресурсов в машиностроении;	Уметь: -применять методические и нормативные документы при проектирования и изготовления теплообменной аппаратуры химических и нефтехимических производств.	Не умеет: -применять методические и нормативные документы при проектирования и изготовления теплообменной аппаратуры химических и нефтехимических производств.	Обладает умением: -применять методические и нормативные документы при проектирования и изготовления теплообменной аппаратуры химических и нефтехимических производств.
ИДКОПК-7.3 применяет естественнонаучные законы при решении профессиональных задач	Владеть: –навыками разработки методических и нормативных документов при проектирования и изготовления теплообменной аппаратуры химических и нефтехимических производств.	Не обладает необходимыми: –навыками разработки методических и нормативных документов при проектирования и изготовления теплообменной аппаратуры химических и нефтехимических производств.	Демонстрирует добротные: –навыки разработки методических и нормативных документов при проектирования и изготовления теплообменной аппаратуры химических и нефтехимических производств.

ОПК-10 - Способен разрабатывать методики обеспечения производственной и экологической безопасности на рабочих местах;

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«не зачтено»	«зачтено»
ИДК _{ОПК-10.1} способен проводить контроль производственной и экологической безопасности на предприятии;	Знать: -новые современные методы разработки и изготовления теплообменной аппаратуры повышенной тепловой эффективности.	Не имеет представление об: -новых современных методах разработки и изготовления теплообменной аппаратуры повышенной тепловой эффективности.	Имеет чёткое представление об: -новых современных методах разработки и изготовления теплообменной аппаратуры повышенной тепловой эффективности.
ИДК _{ОПК-10.2} способен составлять план работ по обеспечению производственной и экологической безопасности на предприятии	Уметь: -применять новые современные методы разработки и изготовления теплообменной аппаратуры повышенной тепловой эффективности.	Не умеет: применять новые современные методы разработки и изготовления теплообменной аппаратуры повышенной тепловой эффективности.	Обладает умением: применять новые современные методы разработки и изготовления теплообменной аппаратуры повышенной тепловой эффективности.
ИДК _{ОПК-10.2} способен составлять план работ по обеспечению производственной и экологической безопасности на предприятии	Владет: –навыками использования новых современных методов разработки и изготовления теплообменной аппаратуры повышенной тепловой эффективности.	Не обладает необходимыми: –навыками использования новых современных методов разработки и изготовления теплообменной аппаратуры повышенной тепловой эффективности.	Демонстрирует добротные: –навыки использования новых современных методов разработки и изготовления теплообменной аппаратуры повышенной тепловой эффективности.

ОПК-11 - Способен разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«не зачтено»	«зачтено»
ИДК _{ОПК-11.1} знает методы анализа нормативной, конструкторской и технологической документации;	Знать: -новые современные методы диагностики и испытания теплообменной и колонной аппаратуры.	Не имеет представление об: -новых современных методах разработки и изготовления теплообменной аппаратуры повышенной тепловой эффективности.	Имеет чёткое представление об: -новых современных методах разработки и изготовления теплообменной аппаратуры повышенной тепловой эффективности.
ИДК _{ОПК-11.2} умеет разрабатывать методики измерений, контроля и испытаний образцов	Уметь: -применять новые современные методы неразрушающего контроля, диагностики теплообменной и колонной крупногабаритной	Не умеет: применять новые современные методы разработки и изготовления теплообменной аппаратуры повышенной	Обладает умением: применять новые современные методы разработки и изготовления теплообменной аппаратуры

изготавливаемой продукции;	аппаратуры.	тепловой эффективности.	повышенной тепловой эффективности.
ИДК _{ОПК-11.3} владеет навыками выполнения статистической обработки результатов контроля и измерений.	Владеет: –навыками использования новых современных приборов по контролю качества изготовления крупногабаритной аппаратуры.	Не обладает необходимыми: –навыками использования новых современных методов разработки и изготовления теплообменной аппаратуры повышенной тепловой эффективности.	Демонстрирует добротные: –навыки использования новых современных методов разработки и изготовления теплообменной аппаратуры повышенной тепловой эффективности.

ПК-10 - Способен контролировать технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«не зачтено»	«зачтено»
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 низкой 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; 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 низкой сложности.	Не имеет понимания о параметрах и режимах технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; правила эксплуатации средств технологического оснащения, используемых при реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности	Имеет чёткое представление об: параметрах и режимах технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; правила эксплуатации средств технологического оснащения, используемых при реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности
ИДК _{ПК-10.2} уметь использовать данные	Уметь использовать данные SCADA-систем для анализа	Не умеет: использовать	Обладает умением: использовать

<p>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 CAE-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>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 CAE-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>данные SCADA-систем для анализа производственной ситуации и выявления причин брака при изготовлении машиностроительных изделий средней сложности</p>	<p>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 CAE-системы для моделирования физических явлений.</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 средней сложности; внесения с применением CAD-, CAPP-, PDM-систем изменений в технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности и документацию на них.</p>	<p>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.</p>	<p>Не обладает необходимыми: навыками обработки данных объективного контроля SCADA-систем для выявления причин брака при изготовлении машиностроительных изделий средней сложности</p>	<p>Демонстрирует добротные: навыки 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.</p>

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 _{ОПК-7.1} обосновывает применение (использование) энергетических и сырьевых ресурсов в машиностроении;	Знать методические и нормативные документы по реализации проектов и программ создания теплообменной аппаратуры химических и нефтехимических производств.	Реферат, компьютерное тестирование
ИДК _{ОПК-7.2} оценивает экологичность и безопасность использования ресурсов в машиностроении;	Уметь применять методические и нормативные документы при проектирования и изготовления теплообменной аппаратуры химических и нефтехимических производств.	Компьютерное тестирование, решение практических задач
ИДК _{ОПК-7.3} применяет естественнонаучные законы при решении профессиональных задач	Владеть навыками разработки методических и нормативных документов при проектирования и изготовления теплообменной аппаратуры химических и нефтехимических производств.	Решение практических задач, контрольная работа
ИДК _{ОПК-10.1} способен проводить контроль производственной и экологической безопасности на предприятии;	Знать новые современные методы разработки и изготовления теплообменной аппаратуры повышенной тепловой эффективности.	Реферат, компьютерное тестирование
ИДК _{ОПК-10.2} способен составлять план работ по обеспечению производственной и экологической безопасности на предприятии	Уметь применять новые современные методы разработки и изготовления теплообменной аппаратуры повышенной тепловой эффективности. Владеть навыками использования новых современных методов разработки и изготовления теплообменной аппаратуры повышенной тепловой эффективности.	Компьютерное тестирование, решение практических задач
ИДК _{ОПК-11.1} знает методы анализа нормативной, конструкторской и технологической документаций;	Знать новые современные методы и способы производства углеводородных продуктов (дистиллятов).	Реферат, компьютерное тестирование
ИДК _{ОПК-11.2} умеет разрабатывать методики измерений, контроля и испытаний образцов изготавливаемой продукции;	Уметь применять новые современные методы модернизации теплообменной аппаратуры повышенной тепловой эффективности.	Компьютерное тестирование, решение практических задач
ИДК _{ОПК-11.3} владеет навыками выполнения статистической обработки результатов контроля и измерений.	Владеть навыками оценки прочностных характеристик сосудов и аппаратов технологических установок в различных условиях эксплуатации и климатических условий.	Решение практических задач, контрольная работа
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	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;	Реферат, компьютерное тестирование

<p>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 низкой сложности.</p>	<p>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 низкой сложности.</p>	
<p>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 изменению в технологических процессах, разработанные специалистами более низкой квалификации.</p>	<p>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 изменению в технологических процессах, разработанные специалистами более низкой квалификации.</p>	<p>Компьютерное тестирование, решение практических задач</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 средней сложности; внесения с применением САД-, САРР-, PDM-систем изменений в технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности и документацию на них.</p>	<p>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 САД-, САРР-, PDM-систем изменений в технологические процессы изготовления машиностроительных изделий средней сложности и документацию на них.</p>	<p>Решение практических задач, контрольная работа</p>

4.2.1 Оформление заданий для проведения текущего контроля

Задания для практической работы:

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.

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;

Не зачтено:

- незнание программного материала;
- при ответе возникают ошибки;

- при ответе недостаточно правильные формулировки;
- затруднения при выполнении практических работ.

Темы для рефератов

1. Использование электроэнергии в работе технологических установок и способы ее экономии
2. Использование топливных ресурсов (жидкое топливо) в работе технологических установок и способы ее экономии
3. Использование топливных ресурсов (газ) в работе технологических установок и способы ее экономии
4. Использование тепловой энергии (горячая жидкость) в работе технологических установок и способы ее экономии
5. Использование тепловой энергии (пар) в работе технологических установок и способы ее экономии

Критерии оценки:

Зачтено:

- глубокое и прочное усвоение программного материала;
- свободно справляющиеся с поставленными задачами, знания материала,
- правильно обоснованные принятые решения;
- знание программного материала;
- грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос;
- правильное применение теоретических знаний;
- владение необходимыми навыками при выполнении практических задач.
- при ответе допускаются неточности;

Не зачтено:

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

Контрольная работа

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 $t_{ж}=27^\circ\text{C}$.

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 $G_2=(1100+3n)\text{ кг/ч}$, теплоемкость $c_{p2}=4,19\text{ кДж/(кг*К)}$. Определить поверхность теплообмена при прямотоке и противотоке, если $K=1000\text{ Вт/(м}^2\text{*К)}$. Сравнить полученные значения.

Пример готовой задачи

Задача по теме: «Конвективный теплообмен»

В кольцевом канале теплообменного аппарата движется вода со скоростью $W=(0,2+0,01n)\text{м/с}$. Средние температуры воды $t_{ж}=10^\circ\text{C}$ и стенок $t_{н}=70^\circ\text{C}$. 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:

$$W=(0,2+0,01n)\text{м/с};$$

$$t_{\text{ж}} = 10^{\circ}\text{C};$$

$$t_{\text{п}} = 70^{\circ}\text{C};$$

$$d_1 = 50\text{мм} = 0,05\text{м};$$

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

$$n = 38.$$

Найти:

$$q - ? \text{ Вт/м}^2;$$

$$q_1 - ? \text{ Вт/м}.$$

Решение:

$$W = 0,2+0,01*38=0,58 \text{ м/с}.$$

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

$$Re_{\text{жс}} = \frac{W*(d_2-d_1)}{\nu} \quad (1.1)$$

$$Re_{\text{жс}} = \frac{W*(d_2-d_1)}{\nu} = \frac{0,58(0,16-0,05)}{1,306*10^{-6}} = 4,9 * 10^4 > 1*10^4,$$

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:

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

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

В нашем случае

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{160}{50} = 3,2, \quad Pr_{\text{ж}}=9,45,$$

значит расчет делаем по формуле (1.2).

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

$$\text{при } t_{\text{с}}=70^{\circ}\text{C } Pr_{\text{с}}=2,55;$$

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

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

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

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

Ответ: $q=127656$ Вт/м², $q_1=813096$ Вт/м.

Критерии оценки:

Зачтено:

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

Не зачтено:

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 итогового контроля

Вопросы для компьютерного тестирования

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 при прямоточном 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;

Не зачтено:

- незнание программного материала;
- при ответе возникают ошибки;
- при ответе недостаточно правильные формулировки;
- 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 ФГОУ 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>

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

1. Система дистанционного обучения БашГУ (СДО БашГУ) на базе Moodle.
2. Пакет офисных приложений профессионального уровня Office Professional Plus 2013 Russian OLPNL Academic Edition № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.

3. Серверная операционная система Windows Server Standard 2012 Russian OLP NL Academic Edition 2Proc № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.
4. Операционная система для персонального компьютера Win SL & Russian OLP NL Academic Edition Legalization Get Genuine № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.
5. Обновление операционной системы для персонального компьютера Windows Professional 8 Russian Upgrade OLPNL Academic Edition № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.
6. Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y Academic Enterprise № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.

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 (инженерный факультет)	Лекции	Аудитория № 301 Доска, мел, парты, стулья. Аудитория № 302 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, проектор Nec M361X(M361XG) LCD 3600Lm XGA(1024x768) 3000:1, экран ScreenMedia Economy-P 1:1 180x180с.
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория №001, Учебный компьютерный класс для проведения практических (семинарских) и лабораторных занятий (инженерный факультет)	Практические занятия Лабораторные работы	Стол – 7 шт. Стулья, 14 шт. Ноутбуки Packard Bell ENT71BM-S36P с зарядным устройством – 14 шт. Компьютерная оптическая USB-мышь – 14 шт. Телевизор с ЖК дисплеем DEXP SmartTV – 1 шт. HDMI кабель для подключения ноутбука к телевизору (проектору) – 1 шт.
Проведение групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория №301 (инженерный факультет)	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Доска, мел, парты, стулья.
Помещения для самостоятельной работы: читальный зал 201 (физмат. корпус)	Самостоятельная работа	PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь -50 шт., ПК в компл. Фермо Intel. Фермо Intel Моноблок №1 Фермо AMD A8-5500 – 50 шт.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Основы оптимизации аппаратурного оформления тепломассообменных процессов» на 2-ю сессию 2 курса

заочной формы обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	12,2
лекций	6
практических/ семинарских	6
лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	127,8
Учебных часов на подготовку к зачету (Контроль)	4

Форма контроля:
зачет – 2 курс

№ 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		
Модуль 1							
1	1.Агрегатные состояния и фазовые переходы веществ в аппаратах. 2.Оптимизация конструкции аппаратов испарителей и конденсаторов. 3.Понятие энтальпии.	1	-	-	12	Дать описание понятия «скрытая теплота». Привести примеры в машиностроении	-
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	1	-	12	Реферат на предложенные темы	Устный опрос, реферат
Модуль 2							
3	1.Виды конструкций теплообменных аппаратов. 2.Теплообменники с плавающей головкой. 3.Преимущества и недостатки данной конструкции. 4.Теплообменники с U-образными трубами. 5.Технология изготовления и монтажа трубного пучка. 6.Теплообменники с линзовым компенсатором на кожухе. 7. Условия использования линзовых компенсаторов. 8. Расчет линейного термического удлинения труб и трубопроводов. 9.Ректификационные колонны Тарельчатые колонны. 10.Насадочные колонны. 11.Методы проектирования ректификационных колонн. 12. Процесс массообмена.	2	3	-	56	Решение практических задач	Устный опрос, решение практических задач

	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	2	-	47,8	Решение практических задач	Устный опрос, решение практических задач, тестирование
Всего часов:		6	6	-	127,8		
Итоговый контроль							зачет

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Основы оптимизации аппаратурного оформления тепломассообменных процессов» на 2 курсе 4-м семестре

очно-заочной формы обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	54,2
лекций	18
практических/ семинарских	36
лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	89,8
Учебных часов на подготовку к зачету (Контроль)	-

Форма контроля:
зачет – 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		
Модуль 1							
1	1.Агрегатные состояния и фазовые переходы веществ в аппаратах. 2.Оптимизация конструкции аппаратов испарителей и конденсаторов. 3.Понятие энтальпии.	2	-	-	20	Дать описание понятия «скрытая теплота». Привести примеры в машиностроении	-
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.	2	8	-	20	Реферат на предложенные темы	Устный опрос, реферат
Модуль 2							
3	1.Виды конструкций теплообменных аппаратов. 2.Теплообменники с плавающей головкой. 3.Преимущества и недостатки данной конструкции. 4.Теплообменники с U-образными трубами. 5.Технология изготовления и монтажа трубного пучка. 6.Теплообменники с линзовым компенсатором на кожухе. 7. Условия использования линзовых компенсаторов. 8. Расчет линейного термического удлинения труб и трубопроводов. 9.Ректификационные колонны Тарельчатые колонны. 10.Насадочные колонны. 11.Методы проектирования ректификационных колонн. 12. Процесс массообмена.	8	16	-	20	Решение практических задач	Устный опрос, решение практических задач

	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.	6	12	-	29,8	Решение практических задач	Устный опрос, решение практических задач, тестирование
Всего часов:		18	36				
Итоговый контроль							зачет

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Основы оптимизации аппаратурного оформления тепломассообменных процессов» на осенний (3) семестр

очной формы обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	36,2
лекций	18
практических/ семинарских	18
лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	107,8
Учебных часов на подготовку к зачету (Контроль)	-

Форма контроля:
зачет – 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		
Модуль 1							
1	1.Агрегатные состояния и фазовые переходы веществ в аппаратах. 2.Оптимизация конструкции аппаратов испарителей и конденсаторов. 3.Понятие энтальпии.	2	-	-	20	Дать описание понятия «скрытая теплота». Привести примеры в машиностроении	-
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.	2	4	-	20	Реферат на предложенные темы	Устный опрос, реферат
Модуль 2							
3	1.Виды конструкций теплообменных аппаратов. 2.Теплообменники с плавающей головкой. 3.Преимущества и недостатки данной конструкции. 4.Теплообменники с U-образными трубами. 5.Технология изготовления и монтажа трубного пучка. 6.Теплообменники с линзовым компенсатором на кожухе. 7. Условия использования линзовых компенсаторов. 8. Расчет линейного термического удлинения труб и трубопроводов. 9.Ректификационные колонны Тарельчатые колонны. 10.Насадочные колонны. 11.Методы проектирования ректификационных колонн. 12. Процесс массообмена.	8	8	-	20	Решение практических задач	Устный опрос, решение практических задач

	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.	6	6	-	47,8	Решение практических задач	Устный опрос, решение практических задач, тестирование
Всего часов:		18	18		107,8		
							зачет

