

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

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



/ Юминов И.П.

Согласовано:
Председатель УМК
Инженерного факультета



/ Баннова А.В.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Проектирование нестандартного оборудования аппаратостроительного
производства

Обязательная часть – Б1.О.08

Программа магистратуры

Направление подготовки

15.04.02 – Технологические машины и оборудование

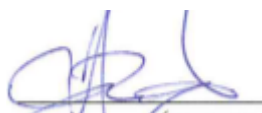
Направленность (профиль) подготовки

«Инжиниринг технологического оборудования химических и
нефтехимических производств»

Квалификация

магистр

Разработчик (составитель)
ассистент



/ Рукомойников А.А.

Разработчик (составитель)
ассистент




/ Гулемова Л.Р.

Для приема: 2022 г.

Уфа 2022 г.

Разработчик (составитель): ассистент А.А. Рукомойников, ассистент Л.Р. Гулемова

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 3
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) 5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине 6
 - 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.
 - 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. 8
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины 15
 - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины 15
 - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы 15
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине 16

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
Работа с документацией	ОПК-2 - Способен осуществлять экспертизу технической документации при реализации технологического процесса;	ИДКОПК-2.1 знает порядок разработки, утверждения и внедрения стандартов, технических условий и другой нормативно-технической документации; методы прогнозирования и оптимизации, унификации при разработке стандартов;	Знает: место проектируемого оборудования в технологической схеме, его основные функции в технологической установке.
		ИДКОПК-2.2 умеет пересматривать действующие стандарты, технические условия и другие документы по стандартизации и сертификации; осуществлять контроль технических документов; выполнять метрологическую экспертизу конструкторской и технологической документации; проводить контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации техническим регламентам, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;	Умеет: пользоваться справочными ресурсами, нормативно-технической документацией;
		ИДКОПК-2.3 владеет навыками разработки стандартов и нормативной документации; приемами разработки рабочей проектной и технологической документации в области метрологического и нормативного обеспечения качества и безопасности продукции; планирования мероприятий по разработке новых и пересмотру действующих стандартов, правил, норм и других документов по стандартизации, сертификации	Владеет: навыками анализа и разработки технической литературы на проектируемое нестандартное оборудование.
Менеджмент	ОПК-3 - Способен организовывать работу коллективов	ИДКОПК-3.1 знает основные этапы и тенденции развития отечественного и мирового культурного процесса;	Знает: этапы производства крупногабаритного стального технологического

	исполнителей; принимать исполнительские решения в условиях спектра мнений; определять порядок выполнения работ, организовывать в подразделении работы по совершенствованию, модернизации и унификации выпускаемых изделий и их элементов, разработке проектов стандартов и сертификатов, обеспечивать адаптацию современных версий систем управления качеством к конкретным условиям производства на основе международных стандартов;		о оборудования;
		ИДКОПК-3.2 умеет формулировать задачи и контент в процессе создания медиа текстов и (или) медиа продуктов, и (или) коммуникационных продуктов на основе знания достижений отечественной и мировой культуры;	Умеет: координировать процесс производства, разрабатывать логистические процессы производства.
		ИДКОПК-3.3 владеет навыками использования достижений отечественной и мировой культуры при подготовке текстов рекламы и связей с общественностью и (или) разработке и реализации иных коммуникационных продуктов.	Владеет: навыками разработки алгоритмов процессов производства нестандартного оборудования для обеспечения технологичности производства и сокращения издержек производства.
Разработка методической и нормативной документации	ОПК-4 - Способен разрабатывать методические и нормативные документы при реализации разработанных проектов и программ, направленных на создание узлов и деталей машин;	ИДКОПК-4.1 знает и выбирает нормативно-техническую информацию для разработки проектной, распорядительной документации;	Знает: технологию, процессы и расчетные методики разработки нестандартного оборудования.
		ИДКОПК-4.2 умеет оформлять проекты нормативных и распорядительных документов организации в сфере профессиональной деятельности	Умеет: применять расчетные эмпирические формулы для

			расчета нестандартного оборудования.
		ИДК _{ОПК-4.3} владеет навыками разработки и оформления проектной документации в сфере профессиональной деятельности в соответствии действующими нормами	Владеет: навыками расчета нестандартного оборудования.
Подготовка производства и обоснование технологических процессов в области технологического оборудования химических и нефтехимических производств, конструкционных материалов и технологий	ПК-8 - Способен обеспечить технологичность конструкции машиностроительных изделий средней сложности	ИДК _{ПК-8.1} знать основные принципы работы в современных САД-системах; Современные САД-системы, их функциональные возможности для проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей машиностроительных изделий средней сложности; нормативно-технические и руководящие документы в области технологичности.	Знать основные принципы работы в современных САД-системах; современные САД-системы, их функциональные возможности для проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей машиностроительных изделий средней сложности; нормативно-технические и руководящие документы в области технологичности.
		ИДК _{ПК-8.2} уметь использовать САД-системы для выявления нетехнологичных элементов конструкции машиностроительных изделий средней сложности; разрабатывать с применением САД-систем предложения по повышению технологичности конструкции машиностроительных изделий средней сложности; оценивать предложения по повышению технологичности конструкции деталей машиностроения, внесенные специалистами более низкой квалификации.	Уметь использовать САД-системы для выявления нетехнологичных элементов конструкции машиностроительных изделий средней сложности; разрабатывать с применением САД-систем предложения по повышению технологичности

			<p>конструкции машиностроительных изделий средней сложности; оценивать предложения по повышению технологичности конструкции деталей машиностроения, внесенные специалистами более низкой квалификации.</p>
		<p>ИДК ПК-8.3 владеть навыками анализа с применением САД-систем технологичности конструкции машиностроительных изделий средней сложности; качественной и количественной оценки технологичности конструкции машиностроительных изделий средней сложности; разработки с применением САД-систем предложений по изменению конструкции машиностроительных изделий средней сложности с целью повышения их технологичности; контроля предложений по повышению технологичности, внесенных специалистами более низкой квалификации.</p>	<p>Владеть навыками анализа с применением САД-систем технологичности конструкции машиностроительных изделий средней сложности; качественной и количественной оценки технологичности конструкции машиностроительных изделий средней сложности с целью повышения их технологичности; контроля предложений по повышению</p>

			технологичности, внесенных специалистами более низкой квалификации.
--	--	--	---

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Проектирование нестандартного оборудования аппарато-строительного производства» относится к обязательной части образовательной программы (учебного плана).

Дисциплина изучается на 2 курсе в 4 семестре/ 3 курсе в 5 семестре.

Цели изучения дисциплины: сформировать у студентов компетенции по проектированию, конструированию, инженерному анализу, верификации, симуляции и других этапов разработки для решения прикладных инженерных задач с целью создания нового или усовершенствования технологического оборудования. Актуальность учебной дисциплины связана с приоритетным направлением развития науки, технологии и техники в Российской Федерации «Энергоэффективность, энергосбережение и ядерная энергетика».

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Зачтено»	«Не зачтено»
ИДК _{ОПК-2.1} знает порядок разработки, утверждения и внедрения стандартов, технических условий и другой нормативно-технической документации; методы прогнозирования и оптимизации, унификации при разработке стандартов;	Знает: место проектируемого оборудования в технологической схеме, его основные функции в технологической установке.	Знает или допускает незначительные ошибки в местах проектируемого оборудования в технологической схеме, его основные функции в технологической установке.	Не знает или не имеет фрагментарные знания по месту проектируемого оборудования в технологической схеме, его основные функции в технологической установке.
ИДК _{ОПК-2.2} умеет пересматривать действующие стандарты, технические условия и другие документы по стандартизации и сертификации; осуществлять контроль технических документов; выполнять метрологическую экспертизу конструкторской и технологической документации; проводить контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации техническим регламентам, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;	Умеет: пользоваться справочными ресурсами, нормативно-технической документацией;	Умеет пользоваться справочными ресурсами, нормативно-технической документацией	Не умеет пользоваться справочными ресурсами, нормативно-технической документацией
ИДК _{ОПК-2.3} владеет навыками разработки стандартов и нормативной документации; приемами разработки рабочей проектной и технологической	Владеет: навыками анализа и разработки технической литературы на проектируемое нестандартное оборудование.	Владеет навыками анализа и разработки технической литературы на проектируемое нестандартное	Не владеет или допускает существенные ошибки в навыках анализа и разработки технической

документации в области метрологического и нормативного обеспечения качества и безопасности продукции; планирования мероприятий по разработке новых и пересмотру действующих стандартов, правил, норм и других документов по стандартизации, сертификации		оборудование.	литературы на проектируемое нестандартное оборудование.
ИДК _{ОПК-3.1} знает основные этапы и тенденции развития отечественного и мирового культурного процесса;	Знает: этапы производства крупногабаритного стального технологического оборудования;	Знает или допускает незначительные ошибки в этапах производства крупногабаритного стального технологического оборудования;	Не знает или не имеет фрагментарные знания по этапам производства крупногабаритного стального технологического оборудования;
ИДК _{ОПК-3.2} умеет формулировать задачи и контент в процессе создания медиа текстов и (или) медиа продуктов, и (или) коммуникационных продуктов на основе знания достижений отечественной и мировой культуры;	Умеет: координировать процесс производства, разрабатывать логистические процессы производства.	Умеет координировать процесс производства, разрабатывать логистические процессы производства.	Не умеет координировать процесс производства, разрабатывать логистические процессы производства.
ИДК _{ОПК-3.3} владеет навыками использования достижений отечественной и мировой культуры при подготовке текстов рекламы и связей с общественностью и (или) разработке и реализации иных коммуникационных продуктов.	Владеет: навыками разработки алгоритмов процессов производства нестандартного оборудования для обеспечения технологичности производства и сокращения издержек производства.	Владеет навыками разработки алгоритмов процессов производства нестандартного оборудования для обеспечения технологичности производства и сокращения издержек производства.	Не владеет или допускает существенные ошибки в навыках разработки алгоритмов процессов производства нестандартного оборудования для обеспечения технологичности производства и сокращения издержек производства.

ИДК _{ОПК-4.1} знает и выбирает нормативно-техническую информацию для разработки проектной, распорядительной документации;	Знает: технологию, процессы и расчетные методики разработки нестандартного оборудования.	Знает или допускает незначительные ошибки в технологии, процессы и расчетные методики разработки нестандартного оборудования.	Не знает или не имеет фрагментарные знания по технологии, процессы и расчетные методики разработки нестандартного оборудования.
ИДК _{ОПК-4.2} умеет оформлять проекты нормативных и распорядительных документов организации в сфере профессиональной деятельности	Умеет: применять расчетные эмпирические формулы для расчета нестандартного оборудования.	Умеет применять расчетные эмпирические формулы для расчета нестандартного оборудования.	Не умеет применять расчетные эмпирические формулы для расчета нестандартного оборудования.
ИДК _{ОПК-4.3} владеет навыками разработки и оформления проектной документации в сфере профессиональной деятельности в соответствии действующими нормами	Владеет: навыками расчета нестандартного оборудования.	Владеет навыками расчета нестандартного оборудования.	Не владеет или допускает существенные ошибки в навыках расчета нестандартного оборудования.
ИДК _{ПК-8.1} знать основные принципы работы в современных САД-системах; Современные САД-системы, их функциональные возможности для проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей машиностроительных изделий средней сложности; нормативно-технические и руководящие документы в области технологичности.	Знать основные принципы работы в современных САД-системах; современные САД-системы, их функциональные возможности для проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей машиностроительных изделий средней сложности; нормативно-технические и руководящие документы в области технологичности.	Знает основные принципы работы в современных САД-системах; современные САД-системы, их функциональные возможности для проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей машиностроительных изделий средней сложности; нормативно-технические и руководящие документы в области технологичности.	Не знает основные принципы работы в современных САД-системах; современные САД-системы, их функциональные возможности для проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей машиностроительных изделий средней сложности; нормативно-технические и руководящие документы в области технологичности.
ИДК _{ПК-8.2} уметь использовать САД-системы	Уметь использовать САД-системы для	Умеет использовать САД-	Не умеет использовать

технологичности, внесенных специалистами более низкой квалификации.	сложности с целью повышения их технологичности; контроля предложений по повышению технологичности, внесенных специалистами более низкой квалификации.	изменению конструкции машиностроительных изделий средней сложности с целью повышения их технологичности; контроля предложений по повышению технологичности, внесенных специалистами более низкой квалификации.	изменению конструкции машиностроительных изделий средней сложности с целью повышения их технологичности; контроля предложений по повышению технологичности, внесенных специалистами более низкой квалификации.
---	---	--	--

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
<p>ИДКОПК-2.1 знает порядок разработки, утверждения и внедрения стандартов, технических условий и другой нормативно-технической документации; методы прогнозирования и оптимизации, унификации при разработке стандартов;</p> <p>ИДКОПК-2.2 умеет пересматривать действующие стандарты, технические условия и другие документы по стандартизации и сертификации; осуществлять контроль технических документов; выполнять метрологическую экспертизу конструкторской и технологической документации; проводить контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации техническим регламентам, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;</p> <p>ИДКОПК-2.3 владеет навыками разработки стандартов и нормативной документации; приемами разработки рабочей проектной и технологической документации в области метрологического и нормативного обеспечения качества и безопасности продукции; планирования мероприятий по разработке новых и пересмотру действующих стандартов, правил, норм и других документов по</p>	<p>Знает: место проектируемого оборудования в технологической схеме, его основные функции в технологической установке.</p> <p>Умеет: пользоваться справочными ресурсами, нормативно-технической документацией;</p> <p>Владеет: навыками анализа и разработки технической литературы на проектируемое нестандартное оборудование</p>	<p>Коллоквиум, контрольная работа</p>

стандартизации, сертификации		
<p>ИДКОПК-3.1 знает основные этапы и тенденции развития отечественного и мирового культурного процесса;</p> <p>ИДКОПК-3.2 умеет формулировать задачи и контент в процессе создания медиа текстов и (или) медиа продуктов, и (или) коммуникационных продуктов на основе знания достижений отечественной и мировой культуры;</p> <p>ИДКОПК-3.3 владеет навыками использования достижений отечественной и мировой культуры при подготовке текстов рекламы и связей с общественностью и (или) разработке и реализации иных коммуникационных продуктов.</p>	<p>Знает: этапы производства крупногабаритного стального технологического оборудования;</p> <p>Умеет: координировать процесс производства, разрабатывать логистические процессы производства.</p> <p>Владеет: навыками разработки алгоритмов процессов производства нестандартного оборудования для обеспечения технологичности производства и сокращения издержек производства.</p>	Коллоквиум, контрольная работа
<p>ИДКОПК-4.1 знает и выбирает нормативно-техническую информацию для разработки проектной, распорядительной документации;</p> <p>ИДКОПК-4.2 умеет оформлять проекты нормативных и распорядительных документов организации в сфере профессиональной деятельности</p> <p>ИДКОПК-4.3 владеет навыками разработки и оформления проектной документации в сфере профессиональной деятельности в соответствии действующими нормами</p>	<p>Знает: технологию, процессы и расчетные методики разработки нестандартного оборудования.</p> <p>Умеет: применять расчетные эмпирические формулы для расчета нестандартного оборудования.</p> <p>Владеет: навыками расчета нестандартного оборудования.</p>	Коллоквиум, контрольная работа
<p>ИДК_{ПК}-8.1 знать основные принципы работы в современных САД-системах; Современные САД-системы, их функциональные возможности для проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей машиностроительных изделий средней сложности; нормативно-технические и руководящие документы в области технологичности.</p>	<p>Знать основные принципы работы в современных САД-системах; современные САД-системы, их функциональные возможности для проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей машиностроительных изделий средней сложности; нормативно-технические и руководящие документы в области технологичности.</p>	Коллоквиум, контрольная работа
<p>ИДК_{ПК}-8.2 уметь использовать САД-системы для выявления нетехнологичных элементов конструкции машиностроительных изделий средней сложности; разрабатывать с применением САД-систем предложения по повышению технологичности конструкции</p>	<p>Уметь использовать САД-системы для выявления нетехнологичных элементов конструкции машиностроительных изделий средней</p>	Коллоквиум, контрольная работа

<p>машиностроительных изделий средней сложности; оценивать предложения по повышению технологичности конструкции деталей машиностроения, внесенные специалистами более низкой квалификации.</p>	<p>сложности; разрабатывать с применением CAD-систем предложения по повышению технологичности конструкции машиностроительных изделий средней сложности; оценивать предложения по повышению технологичности конструкции деталей машиностроения, внесенные специалистами более низкой квалификации.</p>	
<p>ИДК_{ПК-8.3} владеть навыками анализа с применением CAD-систем технологичности конструкции машиностроительных изделий средней сложности; качественной и количественной оценки технологичности конструкции машиностроительных изделий средней сложности; разработки с применением CAD-систем предложений по изменению конструкции машиностроительных изделий средней сложности с целью повышения их технологичности; контроля предложений по повышению технологичности, внесенных специалистами более низкой квалификации.</p>	<p>Владеть навыками анализа с применением CAD-систем технологичности конструкции машиностроительных изделий средней сложности; качественной и количественной оценки технологичности конструкции машиностроительных изделий средней сложности; разработки с применением CAD-систем предложений по изменению конструкции машиностроительных изделий средней сложности с целью повышения их технологичности; контроля предложений по повышению технологичности, внесенных специалистами более низкой квалификации.</p>	<p>Коллоквиум, контрольная работа</p>

4.2.1 Контрольные вопросы для зачета

1. Структура процесса проектирования. Стадии, иерархические уровни.
2. Классификация проектных параметров и процедур в САПР.
3. Блочный-иерархический подход к проектированию. Аспекты и уровни проектирования.
4. Жизненный цикл промышленных изделий, характеристика используемых автоматизированных систем.
5. Виды обеспечения и структура САПР.
6. Промышленные автоматизированные системы и их функции.

7. Тепловые процессы в емкостном оборудовании.
8. Критерий Нуссельта. Влияние факторов на корректировку критериального уравнения.
9. Критерий Прандтля.
10. Этапы применения метода конечных элементов.
11. Событийное моделирование на системном уровне проектирования.
12. Постановка задач оптимизации в САПР. Критерии оптимальности.
13. Число Рейнольдса. Турбулизация течения потока как способ повышения эффективности.
14. Метод распространения ограничений для оптимизации проектных решений.
15. Метод конечных элементов как инструмент для оптимизации конструкции нестандартного оборудования.
16. Прочностной расчет базовых элементов машин и агрегатов.
17. Модульность в современных САПР.
18. Синхронное проектирование.
19. Область применения 1D сетки.
20. Наложение результатов расчетов. Отображение по элементам и узлам.

Критерии оценки:

Зачет:

- 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;
- 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.
- при ответе допускаются неточности;
- при ответе недостаточно правильные формулировки;

4.2.2 Планы семинарских занятий

Вопросы для коллоквиумов:

1. Цель и задачи технологических установок производства. Функционал и расположение технологического оборудования (насосы, печи, трубопроводы, контрольно-измерительные приборы и т.д.). Взаимосвязь технологического оборудования.
2. Анализ технических заданий на проектирование технологического оборудования. Учет внешних факторов. Создание эскиза изделия.

3. Подбор конструкции проектируемого оборудования. Оптимизация конструкции. Повышение эксплуатационных и производственных характеристик. Совершенствование конструкции при сохранении или улучшении технологичности изготовления.
4. Тепловые расчеты оборудования. Гидравлические расчеты. Прочностные расчеты. Износ оборудования, остаточный ресурс. Способы повышения тепловой эффективности, износостойкости. Повышение прочностных характеристик.
5. Разработка конструкторской документации на нестандартное оборудование. Верификация. Симуляция процессов. Обоснование повышения эффективности.

Критерии оценки:

Зачет:

- 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;
- 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.
- при ответе допускаются неточности;
- при ответе недостаточно правильные формулировки;

4.2.3 Контрольные работы

Задача 1. Тепловой расчет теплообменного оборудования. Вариант согласно опросному листу (опросные листы на поставку теплообменного аппарата для ТАНЕКО)

Задача 2. Гидравлический расчет теплообменного оборудования. Оценка гидравлических сопротивлений аппаратаю Вариант согласно опросному листу (опросные листы на поставку теплообменного аппарата для ТАНЕКО)

Задача 3. Прочностной расчет узлов теплообменного аппарата. Исходные данные: результаты теплового и гидравлического расчетов.

Задача 4. Статистический прочностной расчет кожуха теплообменного аппарата методом конечных элементов.

Вариант :

Кожух теплообменного аппарата. $S=4,5$

Плоское отбортованное днище ГОСТ 12622-78. $S=6$.

Материальное исполнение – 09Г2С.

Закрепление – опоры.

Нагрузка – 1МПа, 2МПа, 3МПа.

Задача 5. Статистический прочностной расчет кожуха теплообменного аппарата методом конечных элементов.

Вариант :

Кожух теплообменного аппарата. $S=8$

Эллиптическое отбортованное днище ГОСТ 6533-78. $S=8$.

Материальное исполнение – 09Г2С.

Закрепление – опоры.

Нагрузка – 1МПа, 2МПа, 3МПа.

Задача 6. Статистический прочностной расчет коллектора методом конечных элементов.

Вариант :

Коллектор. $S=3,5$

Труба 57x3,5 ГОСТ 8732-78

$L=200$ мм – 2

$L=400$ мм - 1

$L=1200$ мм - 1

Материальное исполнение – Ст20.

Закрепление – опора.

Нагрузка – 2МПа, 3МПа, 4МПа.

Примеры выполнения контрольных работ:

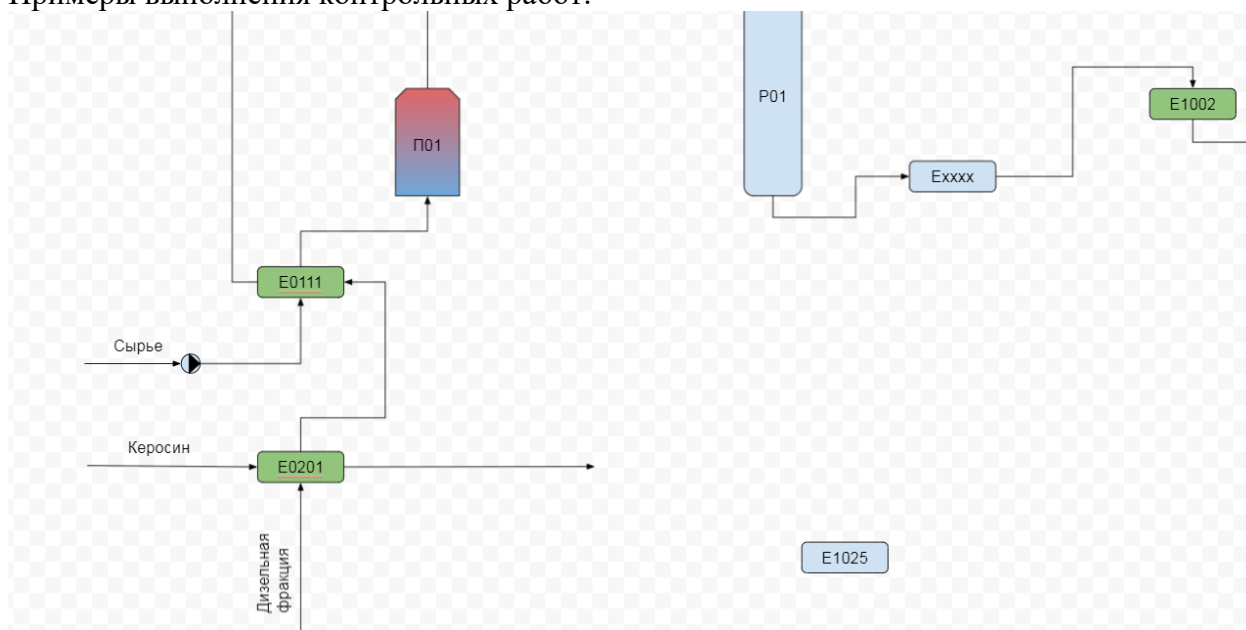


Рисунок 1 – Пример разработки технологической схемы

$$Re1 := \frac{v1 \cdot d_{ВН} \cdot \rho1}{\eta1} = 20054,56$$

Найдем число Прандтля для бензина

$$Pr1 := \frac{\eta1 \cdot c1}{\lambda1} = 5,61$$

$$Pr1w := \frac{\eta1 \cdot c1}{\lambda1} = 5,61$$

Найдем число Нуссельта для бензина

$$e := 1$$

$$Nu1 := 0,021 \cdot e \cdot Re1^{0,8} \cdot Pr1^{0,43} \cdot \left(\frac{Pr1}{Pr1w} \right)^{0,25} = 121,88$$

Найдем внутренний диаметр кожуха

$$1,5 \cdot d_{нар} \cdot \sqrt{n_{тр}} = 0,5196$$

$$D_{внут} := 1,40$$

$$d_{ЭКВ} := D_{внут} - \sqrt{n_{тр}} \cdot d_{нар} = 1,054$$

Рисунок 2 - Пример теплового расчета

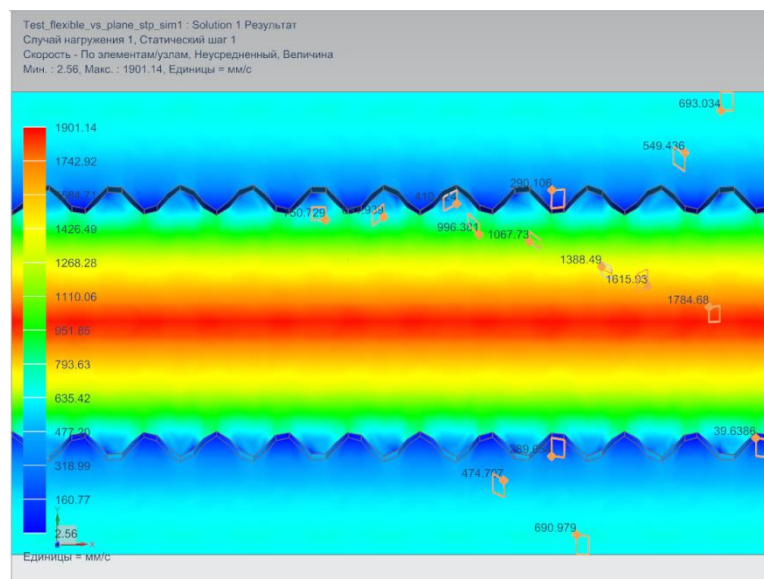


Рисунок 3 - Градиент скоростей потока жидкости в гофрированной трубе

Пример прочностного расчета нестандартного оборудования:

На рисунке 4 представлен расчет пластины сталь 3(ГОСТ 380-2005) толщиной 4мм при максимальной нагрузке 1000Н

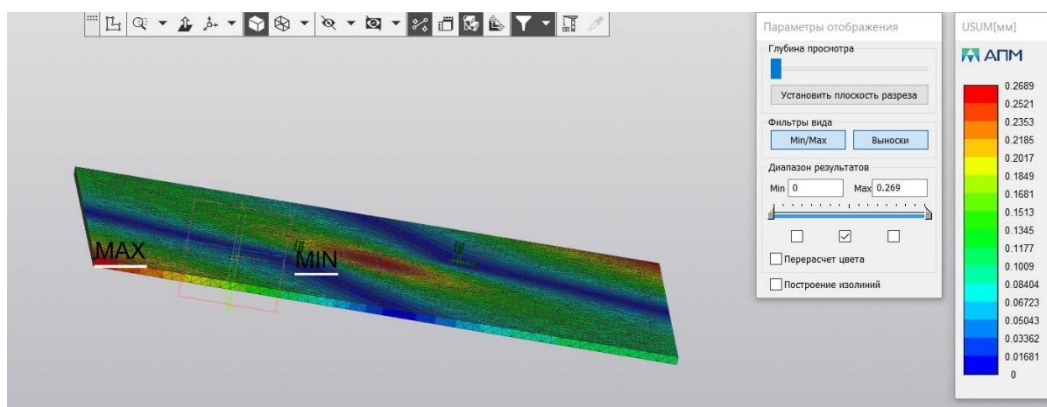


Рисунок 4 – Расчет пластины 4мм

Прогиб листа стали 4мм оказался равен 0.26мм что так же недопустимо в конструкции нашей установки.

Что бы не делать конструкцию стэнда слишком тяжелой было принято решение приварить к стали 4 мм ребра жесткости, так же толщиной 4 мм. Отверстия для болтов в крышке выполнены симметрично для большей точности измерения и меньшего прогиба крышки.

На рисунке 5 представлен расчет пластины сталь 3(ГОСТ 380-2005) толщиной 4 мм с ребрами жесткости при максимальной нагрузке 10000Н

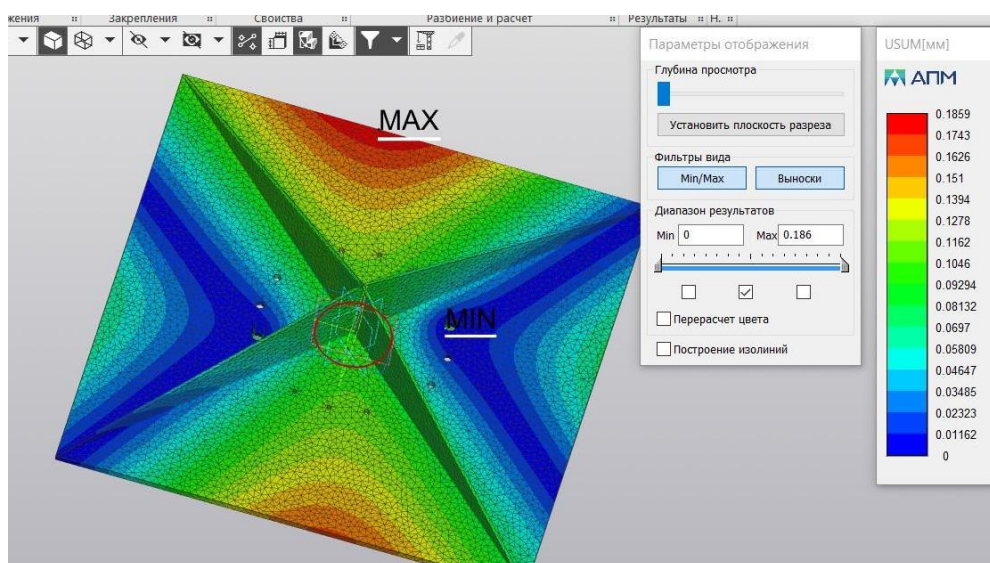


Рисунок 5 – расчет пластины 4 мм с 4 ребрами

Прогиб верхней крышки составил 0.18мм

Последующим нашим решением стало приварить еще 4 ребра жесткости и рассредоточить отверстия для болтов таким образом чтобы болты М5 и М6 находились в упрочненных участках крышки. Так же добавить 4 отверстия для болтов М8 для отстрела крышки после разрыва резьбы. В отличии от прототипа мы сместили отверстия для болтов ближе к центру для меньшего прогиба.

На рисунке 6 - представлен расчет прочности крышки сталь 3 (ГОСТ 380-2005) толщиной 4мм с отверстиями для болтов и отверстиями для отстрела крышки при максимальной нагрузке 10000Н.

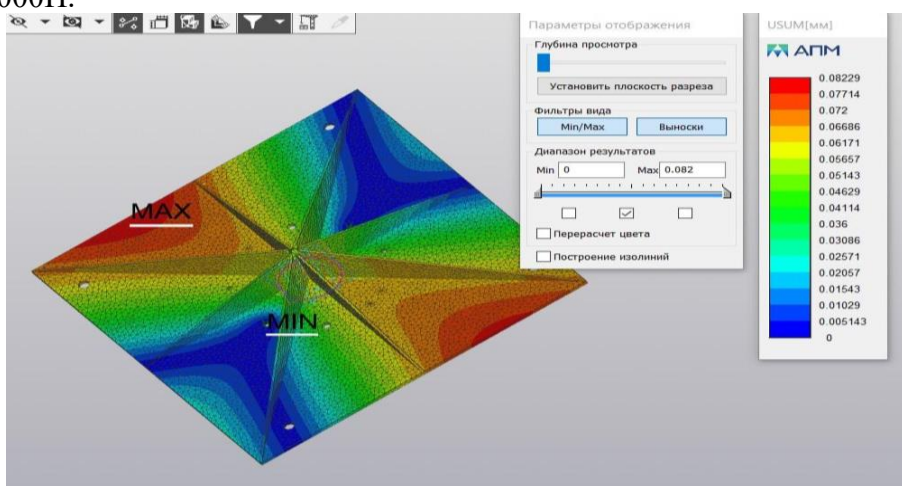


Рисунок 6 - расчет пластины 4 мм с 8 ребрами

Критерии оценки:

Зачтено:

- глубокое и прочное усвоение программного материала;
- полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видеоизменении 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. Нилов В.А. Основы проектирования и конструирования деталей машин: учебное пособие для студентов вузов по "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств". — Старый Оскол: ТНТ, 2015. — 311с.
2. Зубарев Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении. — Лань, 2015. — 320 с. — ЭВК, ЭБС «Лань»
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=61360
3. Поляков А. Н., Сердюк А. И., Романенко К., Никитина И. Основы быстрого прототипирования: учебное пособие. — Оренбург: ОГУ, 2014. — 128 с. — ЭВК, ЭБС УБО
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259324&sr=1>

Дополнительная литература:

4. Филонов И. П., Баршай И. Л. Инновации в технологии машиностроения: учебное пособие. — Минск: Вышэйшая школа, 2009. — 112 с. — ЭВК, ЭБС УБО
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234964&sr=1>
5. Губич Л. В., Емельянович И. В., Петкевич Н. И. Информационные технологии поддержки жизненного цикла изделий машиностроения: проблемы и решения. — Минск: Белорусская наука, 2010. — 286 с. — ЭВК, ЭБС УБО
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142436&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.
7. www.ascon.ru
8. прочность.рф

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

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Проведение групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория №301 (инженерный факультет)	Лекции, текущий контроль и промежуточная аттестация	Аудитория № 301 Доска, мел, парты, стулья.
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория №301, аудитория №403 (инженерный факультет)	Практические занятия	Аудитория № 301 Доска, мел, парты, стулья. Аудитория № 403 Коммутатор HP V1410-24G, Персональный компьютер в комплекте Lenovo ThinkCentre All-In-One(12 шт), Персональный компьютер Моноблок барэбон ECS G11-21ENS6B 21.5 G870/2GDDR31333/320G SATA/DVD+RW(12 шт), Сервер №2 Depo Storm1350Q1, Коммутатор Heewlett Packard HP V1410-8 G
Учебная аудитория для самостоятельной работы: аудитория № 201 (инженерный факультет)	Самостоятельная работа	Коммутатор HP V1410-24G, Персональный компьютер в комплекте Lenovo ThinkCentre All-In-One(12 шт), Персональный компьютер Моноблок барэбон ECS G11-21ENS6B 21.5 G870/2GDDR31333/320G SATA/DVD+RW(12 шт), Сервер №2 Depo Storm1350Q1, Коммутатор Heewlett Packard HP V1410-8 G

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Проектирование нестандартного оборудования аппаратостроительного
производства на 3 семестр

очная
форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов)	5 / 180
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	36
лекций	18
практических/ семинарских	18
лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0.2
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта	-
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	143.8
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта	-
Учебных часов на подготовку к зачету (Контроль)	-

Форма(ы) 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		
1	2	3	4	5	6	8	9
1.	1.1 Технологические установки нефтепереработки. 1.2 Оборудование технологических установок. 1.3 Взаимосвязь технологического оборудования для обеспечения непрерывного процесса производства	2	2	-	10	Разработка технологических схем. Разработка алгоритмов техпроцесса.	Коллоквиум, контрольная работа
2.	2.1 Тепловые процессы 2.2 Влияние теплопотерь на эффективность оборудования 2.3 Модернизация оборудования с целью сокращения тепловых потерь 2.4 Разработка нестандартного оборудования с повышенной тепловой эффективностью.	4	4	-	40	Тепловые расчеты. Проектирование стандартных теплообменников. Проектирование нестандартных теплообменников. Сравнение тепловой эффективности.	Коллоквиум, контрольная работа
3.	3.1 Гидрогазодинамические процессы 3.2 Влияние гидравлических потерь на эффективность оборудования 3.3 Модернизация оборудования с целью сокращения гидравлических потерь 3.4 Разработка нестандартного оборудования с уменьшенными гидравлическими сопротивлениями.	4	4	-	40	Гидравлические расчеты. Проектирование стандартных теплообменников. Проектирование нестандартных теплообменников. Проектирование трубопроводов.	Коллоквиум, контрольная работа

						Подбор насосного оборудования. Сравнение гидравлических потерь.	
4.	4.1 Повышение прочностных характеристик оборудования 4.2 Повышение износостойкости оборудования 4.3 Улучшение геометрии нестандартных деталей оборудования	4	4	-	20	Расчет на прочность фланцев трубопроводов. Расчет на прочность емкостного оборудования. Оптимизация конструкции.	Коллоквиум, контрольная работа
5.	5.1 Общие правила по проектированию нестандартного оборудования. 5.2 Критериальные уравнения по расчету нестандартного оборудования 5.3 Обоснование производительности и экономического эффекта нестандартного оборудования	4	4	-	33.8	Модернизация оборудования. Компьютерная симуляция. Обоснование повышения эффективности.	Коллоквиум, контрольная работа
	Всего часов:	18	18		143.8		

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Проектирование нестандартного оборудования аппаратостроительного
производства на 3 семестр

очно-заочная
форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов)	5 / 180
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	54
лекций	18
практических/ семинарских	36
лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0.2
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта	-
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	125,8
из них, предусмотренные на выполнение контрольной работы	-
Учебных часов на подготовку к зачету (Контроль)	-

Форма(ы) 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		
1	2	3	4	5	6	8	9
1.	1.1 Технологические установки нефтепереработки. 1.2 Оборудование технологических установок. 1.3 Взаимосвязь технологического оборудования для обеспечения непрерывного процесса производства	2	9	-	25	Разработка технологических схем. Разработка алгоритмов техпроцесса.	Коллоквиум, контрольная работа
2.	2.1 Тепловые процессы 2.2 Влияние теплопотерь на эффективность оборудования 2.3 Модернизация оборудования с целью сокращения тепловых потерь 2.4 Разработка нестандартного оборудования с повышенной тепловой эффективностью.	4	9	-	25	Тепловые расчеты. Проектирование стандартных теплообменников. Проектирование нестандартных теплообменников. Сравнение тепловой эффективности.	Коллоквиум, контрольная работа
3.	3.1 Гидрогазодинамические процессы 3.2 Влияние гидравлических потерь на эффективность оборудования 3.3 Модернизация оборудования с целью сокращения гидравлических потерь 3.4 Разработка нестандартного оборудования с уменьшенными гидравлическими сопротивлениями.	4	9	-	35	Гидравлические расчеты. Проектирование стандартных теплообменников. Проектирование нестандартных теплообменников. Проектирование трубопроводов. Подбор насосного	Коллоквиум, контрольная работа

						оборудование. Сравнение гидравлических потерь.	
4.	4.1 Повышение прочностных характеристик оборудования 4.2 Повышение износостойкости оборудования 4.3 Улучшение геометрии нестандартных деталей оборудования	4	9	-	25	Расчет на прочность фланцев трубопроводов. Расчет на прочность емкостного оборудования. Оптимизация конструкции.	Коллоквиум, контрольная работа
5.	5.1 Общие правила по проектированию нестандартного оборудования. 5.2 Критериальные уравнения по расчету нестандартного оборудования 5.3 Обоснование производительности и экономического эффекта нестандартного оборудования	4	9	-	26.8	Модернизация оборудования. Компьютерная симуляция. Обоснование повышения эффективности.	Коллоквиум, контрольная работа
	Всего часов:	18	36		125.8		

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Проектирование нестандартного оборудования аппаратостроительного
производства на 3 семестр

заочная
форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов)	5 / 180
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	54
лекций	24
практических/ семинарских	30
лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0.2
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта	-
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	54
из них, предусмотренные на выполнение контрольной работы	54
Учебных часов на подготовку к зачету (Контроль)	-

Форма(ы) контроля:
Зачет 2 курс 3 сессия

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР		
1	2	3	4	5	6	8	9
1.	1.1 Технологические установки нефтепереработки. 1.2 Оборудование технологических установок. 1.3 Взаимосвязь технологического оборудования для обеспечения непрерывного процесса производства	5	6	-	10	Разработка технологических схем. Разработка алгоритмов техпроцесса.	Коллоквиум, контрольная работа
2.	2.1 Тепловые процессы 2.2 Влияние теплопотерь на эффективность оборудования 2.3 Модернизация оборудования с целью сокращения тепловых потерь 2.4 Разработка нестандартного оборудования с повышенной тепловой эффективностью.	5	6	-	10	Тепловые расчеты. Проектирование стандартных теплообменников. Проектирование нестандартных теплообменников. Сравнение тепловой эффективности.	Коллоквиум, контрольная работа
3.	3.1 Гидрогазодинамические процессы 3.2 Влияние гидравлических потерь на эффективность оборудования 3.3 Модернизация оборудования с целью сокращения гидравлических потерь 3.4 Разработка нестандартного оборудования с уменьшенными гидравлическими сопротивлениями.	5	6	-	10	Гидравлические расчеты. Проектирование стандартных теплообменников. Проектирование нестандартных теплообменников. Проектирование трубопроводов. Подбор насосного оборудования.	Коллоквиум, контрольная работа

						Сравнение гидравлических потерь.	
4.	4.1 Повышение прочностных характеристик оборудования 4.2 Повышение износостойкости оборудования 4.3 Улучшение геометрии нестандартных деталей оборудования	5	6	-	10	Расчет на прочность фланцев трубопроводов. Расчет на прочность емкостного оборудования. Оптимизация конструкции.	Коллоквиум, контрольная работа
5.	5.1 Общие правила по проектированию нестандартного оборудования. 5.2 Критериальные уравнения по расчету нестандартного оборудования 5.3 Обоснование производительности и экономического эффекта нестандартного оборудования	4	6	-	14	Модернизация оборудования. Компьютерная симуляция. Обоснование повышения эффективности.	Коллоквиум, контрольная работа
	Всего часов:	24	30		54		

+