

**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**

Энергоресурсоэффективное оборудование химических и нефтехимических  
производств

Дисциплина по выбору – Б1.В.ДВ.03.01

**Программа магистратуры**

**Направление подготовки**

15.04.02 – Технологические машины и оборудование

**Направленность (профиль) подготовки**

«Инжиниринг технологического оборудования химических и нефтехимических  
производств»

Квалификация

магистр

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

  
\_\_\_\_\_/Саитов Р.И.  
(подпись, Фамилия И.О.)

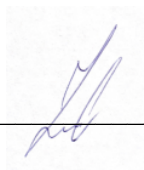
Для приема: 2022 г.

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	3
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	6
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	6
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.	6
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.	11
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	23
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	23
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы	23
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	24

# 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
Выполнение научно-исследовательской работы в области технологического оборудования химических и нефтехимических производств	ПК-5 Способен проводить патентные исследования, оформлять документацию	ИДК <sub>ПК-5.1</sub> знать базу данных по изобретениям в области технологического оборудования химических и нефтехимических производств;	Знает историю развития и этапы усовершенствования технологического оборудования химических и нефтехимических производств
		ИДК <sub>ПК-5.2</sub> уметь находить возможные направления изобретательства в области технологического оборудования химических и нефтехимических производств;	Умеет анализировать текущие проблемы конструкции технологического оборудования химических и нефтехимических производств и способы их решения
		ИДК <sub>ПК-5.3</sub> владеть навыками в составлении заявок на изобретения и промышленные образцы в области технологического оборудования химических и нефтехимических производств	Владеет: навыками оформления заявочных материалов на выдачу патентов на различные объекты, применения методов подготовки и проведения научных и практических исследований по защите патентных прав в области машиностроения.
Подготовка производства и обоснование технологических процессов в области технологического оборудования химических и нефтехимических производств, конструкционных материалов и технологий	ПК-7 Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов	ИДК <sub>ПК-7.1</sub> знать возможности прикладных программных продуктов для проектирования систем автоматизации	Знает технологические параметры и режимы работы технологических установок
		ИДК <sub>ПК-7.2</sub> уметь пользоваться программой создания мнемосхем технологического процесса	Умеет оптимизировать техпроцессы производства на технологической установке
		ИДК <sub>ПК-7.3</sub> владеть методами программирования логических контроллеров и микроконтроллеров	Владеет способностью управлять процессами производства путем программирования и отладки микроконтроллеров
Подготовка производства и обоснование технологических процессов в области технологического оборудования химических и	ПК-9 Способен разрабатывать с использованием САД-, САРР-систем технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней	ИДК <sub>ПК-9.1</sub> знать основные методы контроля технических требований, предъявляемых к машиностроительным изделиям средней сложности; основные технологические свойства	Знать основные методы контроля технических требований, предъявляемых к машиностроительным изделиям средней сложности; принципы выбора контрольно-измерительных приборов и

нефтехимических производств, конструкционных материалов и технологий	сложности.	<p>конструкционных материалов машиностроительных изделий средней сложности; основные принципы работы в современных САД-системах; современные САД-системы, их функциональные возможности для проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей машиностроительных изделий средней сложности; характеристики основных видов исходных заготовок и методов их получения; принципы выбора контрольно-измерительных приборов и инструмента; методика расчета экономической эффективности технологических процессов; передовой отечественный и зарубежный опыт обеспечения качества изготовления машиностроительных изделий средней сложности; способы повышения производительности технологических процессов; прогрессивные средства технологического оснащения.</p>	<p>инструмента; методика расчета экономической эффективности технологических процессов; передовой отечественный и зарубежный опыт обеспечения качества изготовления машиностроительных изделий средней сложности; способы повышения производительности технологических процессов; прогрессивные средства технологического оснащения.</p>
		<p>ИДК<sub>ПК-9.2</sub> уметь использовать САД-системы для выявления конструктивных особенностей машиностроительных изделий средней сложности, влияющих на выбор метода получения исходной заготовки; выбирать вид, метод получения и основные требования к конструкции исходной заготовки для машиностроительных изделий средней сложности; оценивать технологические процессы изготовления деталей машиностроения, разработанные специалистами более низкой квалификации; рассчитывать погрешности обработки при выполнении операций изготовления машиностроительных</p>	<p>Уметь использовать САД-системы для выявления конструктивных особенностей машиностроительных изделий средней сложности, влияющих на выбор метода получения исходной заготовки; рассчитывать экономическую эффективность проектируемых технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.</p>

		<p>изделий средней сложности; использовать САРР-системы для нормирования технологических операций изготовления машиностроительных изделий средней сложности; рассчитывать экономическую эффективность проектируемых технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.</p>	
		<p>ИДК<sub>ПК-9,3</sub> владеть навыками выбора с применением САД-, САРР-систем вида и методов изготовления исходных заготовок для машиностроительных изделий средней сложности; контроля проектов заготовок и технических заданий на проектирование заготовок, подготовленных специалистами более низкой квалификации; контроля технологических процессов, разработанных специалистами более низкой квалификации; разработка с применением САД-, САРР-, PDM-систем технических заданий на проектирование специальных контрольно-измерительных приборов и инструмента, необходимых для реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; расчет точности обработки при проектировании операций изготовления машиностроительных изделий средней сложности; определение экономической эффективности проектируемых технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.</p>	<p>Владеть навыками определения экономической эффективности проектируемых технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; выбора с применением САД-, САРР-систем вида и методов изготовления исходных заготовок для машиностроительных изделий средней сложности.</p>

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Энергоресурсоэффективное оборудование химических и нефтехимических производств» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, к дисциплине по выбору.

Дисциплина изучается:

на 2 курсе в 4 семестре для очной и заочной форм обучения;

на 3 курсе в 5 семестре для очно-заочной формы обучения.

Цели изучения дисциплины: усвоение обучающимися профессиональных компетенций, позволяющих работать с технологическими установками химических и нефтехимических производств. В обязанности входит:

- знать этапы производства продуктов установки;
- уметь распознавать конфликты работоспособности взаимосвязанных объектов установки;
- решать проблемы нарушения корректной работы технологической установки;
- совершенствовать технологический процесс путем замены модернизации, внедрения оборудования, автоматизации.

## 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.

ПК-5 Способен проводить патентные исследования, оформлять документацию

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ИДК <sub>ПК-5.1</sub> знать базу данных по изобретениям в области технологического оборудования химических и нефтехимических производств;	Знает историю развития и этапы усовершенствования технологического оборудования химических и нефтехимических производств	Не знает историю развития оборудования нефтехимического сектора экономики	Фрагментировано знает историю развития оборудования, в целом понимает суть идей усовершенствования	Хорошо понимает цель и задачи, которые были достигнуты в ходе развития и модернизации технологического оборудования	Знает историю развития и этапы усовершенствования технологического оборудования химических и нефтехимических производств
ИДК <sub>ПК-5.2</sub> уметь находить возможные направления изобретательства в области	Умеет анализировать текущие проблемы конструкции технологического оборудования	Не умеет решать производственные проблемы технологической установки	Умеет выявлять основные проблемы производства	Умеет анализировать текущие проблемы конструкции технологического оборудования	Умеет анализировать текущие проблемы конструкции технологического оборудования

технологического оборудования химических и нефтехимических производств;	химических и нефтехимических производств и способы их решения			оборудования химических и нефтехимических производств	химических и нефтехимических производств и способы их решения
ИДК <sub>ПК-5.3</sub> владеть навыками в составлении заявок на изобретения и промышленные образцы в области технологического оборудования химических и нефтехимических производств	Владеет навыками оформления заявочных материалов на выдачу патентов на различные объекты, применения методов подготовки оборудования и проведения научных и практических исследований по защите патентных прав в области машиностроения.	Не способен составлять документацию	Способен изложить в виде отчета конструктивные решения по модернизации оборудования	Способен модернизировать и патентовать методы и способы улучшения работы установки и оборудования в целом	Способен модернизировать и патентовать методы улучшения работы установки и оборудования, в т.ч. автоматизацию.

ПК-7 Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ИДК <sub>ПК-7.1</sub> знать возможности прикладных программных продуктов для проектирования систем автоматизации	Знает технологические параметры и режимы работы технологических установок	Не знает режимов производства	Фрагментировано разбирается в вопросах режима работы установок производства	Знает режимы работы технологических установок, фрагментировано разбирается в технологических параметрах	Знает технологические параметры и режимы работы технологических установок
ИДК <sub>ПК-7.2</sub> уметь пользоваться программой создания мнемосхем технологического процесса	Умеет оптимизировать техпроцессы производства на технологической установке	Не умеет проводить работы по оптимизации работ на установке	Частично умеет оптимизировать техпроцессы производства на технологической установке	Умеет оптимизировать техпроцессы производства на технологической установке	Умеет оптимизировать техпроцессы производства на технологической установке
ИДК <sub>ПК-7.3</sub> владеть методами программирования логических контроллеров и микроконтроллеров	Владеет способностью управлять процессами производства путем программирования и отладки микроконтроллеров	Не разбирается в КИПиА.	Частично разбирается в КИПиА	В целом способен управлять процессами в технологических аппаратах	Владеет способностью управлять процессами производства путем программирования и отладки микроконтроллеров

ПК-9 - Способен разрабатывать с использованием САД-, САРР-систем технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.



Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ИДК <sub>ПК-9.1</sub> знать основные методы контроля технических требований, предъявляемых к машиностроительным изделиям средней сложности; основные технологические свойства конструкционных материалов машиностроительных изделий средней сложности; основные принципы работы в современных САД-системах; современные САД-системы, их функциональные возможности для проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей машиностроительных изделий средней сложности; характеристики основных видов исходных заготовок и методов их получения; принципы выбора контрольно-измерительных приборов и инструмента; методика расчета экономической эффективности технологически	Знать основные методы контроля технических требований, предъявляемых к машиностроительным изделиям средней сложности; принципы выбора контрольно-измерительных приборов и инструмента; методика расчета экономической эффективности технологических процессов; передовой отечественный и зарубежный опыт обеспечения качества изготовления машиностроительных изделий средней сложности; способы повышения производительности технологических процессов; прогрессивные средства технологического оснащения.	Не знает основные методы контроля технических требований, предъявляемых к машиностроительным изделиям средней сложности; принципы выбора контрольно-измерительных приборов и инструмента; методика расчета экономической эффективности технологических процессов; передовой отечественный и зарубежный опыт обеспечения качества изготовления машиностроительных изделий средней сложности; способы повышения производительности технологических процессов; прогрессивные средства технологического оснащения.	Фрагментировано разбирается в вопросах основных методов контроля технических требований, предъявляемых к машиностроительным изделиям средней сложности; принципы выбора контрольно-измерительных приборов и инструмента; методика расчета экономической эффективности технологических процессов; передовой отечественный и зарубежный опыт обеспечения качества изготовления машиностроительных изделий средней сложности; способы повышения производительности технологических процессов; прогрессивные средства технологического оснащения.	Знает основные методы контроля технических требований, предъявляемых к машиностроительным изделиям средней сложности; принципы выбора контрольно-измерительных приборов и инструмента; методика расчета экономической эффективности технологических процессов; передовой отечественный и зарубежный опыт обеспечения качества изготовления машиностроительных изделий средней сложности; способы повышения производительности технологических процессов; прогрессивные средства технологического оснащения.	Знает основные методы контроля технических требований, предъявляемых к машиностроительным изделиям средней сложности; принципы выбора контрольно-измерительных приборов и инструмента; методика расчета экономической эффективности технологических процессов; передовой отечественный и зарубежный опыт обеспечения качества изготовления машиностроительных изделий средней сложности; способы повышения производительности технологических процессов; прогрессивные средства технологического оснащения.

<p>х процессов; передовой отечественный и зарубежный опыт обеспечения качества изготовления машиностроительных изделий средней сложности; способы повышения производительности технологических процессов; прогрессивные средства технологического оснащения.</p>					
<p>ИДКПК-9.2 уметь использовать САD-системы для выявления конструктивных особенностей машиностроительных изделий средней сложности, влияющих на выбор метода получения исходной заготовки; выбирать вид, метод получения и основные требования к конструкции исходной заготовки для машиностроительных изделий средней сложности; оценивать технологические процессы изготовления деталей машиностроения, разработанные специалистами более низкой квалификации; рассчитывать погрешности обработки при</p>	<p>Уметь использовать САD-системы для выявления конструктивных особенностей машиностроительных изделий средней сложности, влияющих на выбор метода получения исходной заготовки; рассчитывать экономическую эффективность проектируемых технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.</p>	<p>Не умеет использовать САD-системы для выявления конструктивных особенностей машиностроительных изделий средней сложности, влияющих на выбор метода получения исходной заготовки; рассчитывать экономическую эффективность проектируемых технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.</p>	<p>Частично умеет использовать САD-системы для выявления конструктивных особенностей машиностроительных изделий средней сложности, влияющих на выбор метода получения исходной заготовки; рассчитывать экономическую эффективность проектируемых технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.</p>	<p>Умеет использовать САD-системы для выявления конструктивных особенностей машиностроительных изделий средней сложности, влияющих на выбор метода получения исходной заготовки.</p>	<p>Умеет использовать САD-системы для выявления конструктивных особенностей машиностроительных изделий средней сложности, влияющих на выбор метода получения исходной заготовки; рассчитывать экономическую эффективность проектируемых технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.</p>

<p>выполнении операций изготовления машиностроительных изделий средней сложности; использовать САРР-системы для нормирования технологических операций изготовления машиностроительных изделий средней сложности; рассчитывать экономическую эффективность проектируемых технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.</p>					
<p>ИДК<sub>ПК-9.3</sub> владеть навыками выбора с применением САД-, САРР-систем вида и методов изготовления исходных заготовок для машиностроительных изделий средней сложности; контроля проектов заготовок и технических заданий на проектирование заготовок, подготовленных специалистами более низкой квалификации; контроля технологических процессов, разработанных специалистами более низкой квалификации; разработка с</p>	<p>Владеть навыками определения экономической эффективности проектируемых технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; выбора с применением САД-, САРР-систем вида и методов изготовления исходных заготовок для машиностроительных изделий средней сложности.</p>	<p>Не владеет навыками определения экономической эффективности проектируемых технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; выбора с применением САД-, САРР-систем вида и методов изготовления исходных заготовок для машиностроительных изделий средней сложности.</p>	<p>Частично владеет навыками определения экономической эффективности проектируемых технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; выбора с применением САД-, САРР-систем вида и методов изготовления исходных заготовок для машиностроительных изделий средней сложности.</p>	<p>В целом владеет навыками определения экономической эффективности проектируемых технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; выбора с применением САД-, САРР-систем вида и методов изготовления исходных заготовок для машиностроительных изделий средней сложности.</p>	<p>Владеет навыками определения экономической эффективности проектируемых технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; выбора с применением САД-, САРР-систем вида и методов изготовления исходных заготовок для машиностроительных изделий средней сложности.</p>

<p>применением CAD-, CAPP-, PDM-систем технических заданий на проектирование специальных контрольно-измерительных приборов и инструмента, необходимых для реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; расчет точности обработки при проектировании операций изготовления машиностроительных изделий средней сложности; определение экономической эффективности проектируемых технологических процессов изготовления 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 <sub>ПК-5.1</sub> знать базу данных по изобретениям в области технологического оборудования химических и нефтехимических производств;	Знает историю развития и этапы усовершенствования технологического оборудования химических и нефтехимических производств	Коллоквиум
ИДК <sub>ПК-5.2</sub> уметь находить возможные направления изобретательства в области	Умеет анализировать текущие проблемы конструкции технологического оборудования	Коллоквиум

технологического оборудования химических и нефтехимических производств;	химических и нефтехимических производств и способы их решения	
ИДК <sub>ПК-5.3</sub> владеть навыками в составлении заявок на изобретения и промышленные образцы в области технологического оборудования химических и нефтехимических производств	Владеет навыками в составлении заявок на изобретения и промышленные образцы в области технологического оборудования химических и нефтехимических производств	Контрольная работа
ИДК <sub>ПК-7.1</sub> знать возможности прикладных программных продуктов для проектирования систем автоматизации	Знает технологические параметры и режимы работы технологических установок	Коллоквиум
ИДК <sub>ПК-7.2</sub> уметь пользоваться программой создания мнемосхем технологического процесса	Умеет оптимизировать техпроцессы производства на технологической установке	Коллоквиум
ИДК <sub>ПК-7.3</sub> владеть методами программирования логических контроллеров и микроконтроллеров	Владеет способностью управлять процессами производства путем программирования и отладки микроконтроллеров	Контрольная работа
ИДК <sub>ПК-9.1</sub> знать основные методы контроля технических требований, предъявляемых к машиностроительным изделиям средней сложности; основные технологические свойства конструкционных материалов машиностроительных изделий средней сложности; основные принципы работы в современных САД-системах; современные САД-системы, их функциональные возможности для проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей машиностроительных изделий средней сложности; характеристики основных видов исходных заготовок и методов их получения; принципы выбора контрольно-измерительных приборов и инструмента; методика расчета экономической эффективности технологических процессов; передовой отечественный и зарубежный опыт обеспечения качества изготовления машиностроительных изделий средней сложности; способы повышения производительности технологических процессов; прогрессивные средства технологического оснащения.	Знать основные методы контроля технических требований, предъявляемых к машиностроительным изделиям средней сложности; принципы выбора контрольно-измерительных приборов и инструмента; методика расчета экономической эффективности технологических процессов; передовой отечественный и зарубежный опыт обеспечения качества изготовления машиностроительных изделий средней сложности; способы повышения производительности технологических процессов; прогрессивные средства технологического оснащения.	Коллоквиум
ИДК <sub>ПК-9.2</sub> уметь использовать САД-системы для выявления конструктивных особенностей машиностроительных изделий средней сложности, влияющих на выбор метода получения исходной заготовки; выбирать вид, метод получения и основные требования к конструкции исходной заготовки для машиностроительных изделий средней сложности; оценивать технологические процессы	Уметь использовать САД-системы для выявления конструктивных особенностей машиностроительных изделий средней сложности, влияющих на выбор метода получения исходной заготовки; рассчитывать экономическую эффективность проектируемых технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.	Коллоквиум

<p>изготовления деталей машиностроения, разработанные специалистами более низкой квалификации; рассчитывать погрешности обработки при выполнении операций изготовления машиностроительных изделий средней сложности; использовать САРР-системы для нормирования технологических операций изготовления машиностроительных изделий средней сложности; рассчитывать экономическую эффективность проектируемых технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.</p>		
<p>ИДК<sub>ПК-9.3</sub> владеть навыками выбора с применением САД-, САРР-систем вида и методов изготовления исходных заготовок для машиностроительных изделий средней сложности; контроля проектов заготовок и технических заданий на проектирование заготовок, подготовленных специалистами более низкой квалификации; контроля технологических процессов, разработанных специалистами более низкой квалификации; разработка с применением САД-, САРР-, PDM-систем технических заданий на проектирование специальных контрольно-измерительных приборов и инструмента, необходимых для реализации технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; расчет точности обработки при проектировании операций изготовления машиностроительных изделий средней сложности; определение экономической эффективности проектируемых технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности.</p>	<p>Владеть навыками определения экономической эффективности проектируемых технологических процессов изготовления машиностроительных изделий средней сложности; выбора с применением САД-, САРР-систем вида и методов изготовления исходных заготовок для машиностроительных изделий средней сложности.</p>	<p>Контрольная работа</p>

### Экзаменационные билеты

Структура экзаменационного билета:

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

Перечень вопросов для экзамена:

1. Основные массообменные (диффузионные) процессы?
2. Технологические аппараты для осуществления отдельных процессов
3. Реакторы
4. Ректификационные колонны
5. Абсорберы
6. Теплообменники
7. Выпарные аппараты
8. Градирни
9. Фильтры
10. Емкости
11. Насосы
12. Вентилятор
13. Турбины
14. Компрессоры
15. Транспортёры
16. Трубопроводы
17. Пневмотранспорт
18. Гидротранспорт
19. Регулирующая и запорная арматура
20. Краны, вентили, задвижки, заслонки
21. Аппаратура контроля и управления
22. Строительно-монтажные конструкции для размещения оборудования
23. Здания и сооружения для размещения оборудования и рабочего персонала
24. Опорные конструкции вне зданий, фиксирующие и поддерживающие оборудование производства
25. Эстакады – опорные конструкции для трубопроводов
26. Перестраиваемые химико-технологические системы
27. Однородные химико-технологические системы
28. Причины аварий на химических и нефтехимических производствах
29. Процесс массопередачи и его закон?
30. Общая характеристика процесса жидкостной экстракции?
31. Законы для идеальных смесей (Рауля, Генри, Коновалова, уравнение Клайперона-Менделеева)?
32. Основные требования к экстрагенту и выбор его для процесса?
33. Материальный и тепловой баланс простой непрерывной перегонке (дистилляции)?
34. Схемы подключения экстракторов, преимущество каждой схемы и недостатки?
35. Процесс ректификации и его сущность - иллюстрировать диаграммой  $t(x)$ ?
36. Однократная экстракция. Расчёты процесса однократной экстракции?
37. Общая характеристика процесса адсорбции?
38. Материальный и тепловой баланс ректификационной колонны?
39. Расчёты процесса противоточной экстракции?
40. Физико-химические основы адсорбции. Классификация адсорбентов?
41. Флегмовое число. Вывод уравнения рабочей линии укрепляющей части колонны?
42. Кривая равновесия адсорбционного процесса и уравнения описывающие её?
43. Вывод уравнения рабочей линии отгонной части колонны?
44. Расчёты непрерывного процесса адсорбции в псевдооживленном слое, задача потоковая эксплуатационная?

45. Последовательность расчета ректификационной колонны?
46. Расчёты непрерывного процесса адсорбции в псевдооживленном слое, задача потоковая проектная?
47. Переход от теоретических тарелок к практическим тарелкам, высота ректификационной колонны?
48. Определение диаметров ректификационной колонны?
49. Устройство ректификационной колонны и определения размерных параметров колонны?
50. Движущая сила процесса массопередачи?
51. Вектор материального баланса, рабочая линия процесса массопередачи?

Образец экзаменационного билета:

<p>ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет» Инженерный факультет Кафедра «Технологические машины и оборудование»</p> <p><b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2</b> по учебной дисциплине «Энергоресурсоэффективное оборудование химических и нефтехимических производств» Направление: 15.04.02 – Технологические машины и оборудование Профиль: Инжиниринг технологического оборудования химических и нефтехимических производств</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расчёты процесса противоточной экстракции?</li> <li>2. Физико-химические основы адсорбции. Классификация адсорбентов?</li> </ol> <p>Утверждено на заседании кафедры _____, протокол № ____</p> <p>Заведующий кафедрой _____ (подпись) (Ф.И.О.)</p>
--

**Критерии оценивания:**

для экзамена:

- «неудовлетворительно» - не ответил ни на один вопрос правильно;
- «удовлетворительно» - правильно ответил на один вопрос из билета;
- «хорошо» - правильно ответил на два вопроса из билета;
- «отлично» - правильно ответил на два вопроса из билета и на дополнительные вопросы преподавателя по соответствующей теме.

### Планы семинарских занятий

#### Вопросы для коллоквиумов

1. Построение диаграммы  $t(x)$  изобара?
2. Построение диаграммы  $P(x)$  изотерма?
3. Построение равновесной диаграммы «у-х» для процесса дистилляции?
4. Начертить схему периодической дистилляции?
5. Начертить схему непрерывной дистилляции?



6. Начертить схему аппарат молярной дистилляции?
7. Начертить схемы многократной дистилляции?
8. Начертить технологическую схему ректификации?
9. Начертить и рассказать устройство ректификационной колонны?
10. Начертить типовую схема ректификационной колонны с вспомогательным оборудованием?
11. Начертить технологические схемы однократной экстракции?
12. Начертить схему парциальной экстракции?
13. Начертить схему противоточной экстракции?
14. Построить рабочую линию процесса ректификации укрепляющей части колонны двумя способами?
15. Построить рабочую линию процесса ректификации отгонной части колонны двумя способами?
16. Построить рабочую линию процесса ректификации всей колонны?

Критерии оценки:

Оценка «5»:

- 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.

Оценка «4»:

- знание программного материала;
- грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос;
- правильное применение теоретических знаний;
- владение необходимыми навыками при выполнении практических задач.

Оценка «3»:

- усвоение основного материала;
- при ответе допускаются неточности;
- при ответе недостаточно правильные формулировки;
- нарушение последовательности в изложении программного материала;
- затруднения в выполнении практических заданий.

Оценка «2»:

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

### **Задания для контрольной работы**

Описание контрольной работы:

Основными источниками погрешностей, возникающих в ходе выполнения технологических операций можно считать следующие:

- производство листового проката;
- раскрой и обработка кромок;
- гибка;
- штамповка;
- сварка.

В связи с этим требуется выполнить размерный анализ аппарата. Выполнить расчет и назначение допусков на все параметры. Уточнить размеры проката с учетом допусков.

### Пример варианта контрольной работы:

Общий вид соотношений, определяющих суммарное верхнее  $\alpha_1$  и нижнее  $\alpha_2$  отклонения сопрягаемых деталей, выглядит так:

$$\begin{aligned}\alpha_1 &= (\alpha_{1\text{пр}} + 2\alpha_{1\text{оп}} + \alpha_{13}) n; \\ \alpha_2 &= (\alpha_{2\text{пр}} + 2\alpha_{2\text{оп}} + \alpha_{23}) n,\end{aligned}\quad (1.1)$$

где  $\alpha_{1\text{пр}}$  и  $\alpha_{2\text{пр}}$  - верхнее и нижнее отклонения размеров проката;

$\alpha_{1\text{оп}}$  и  $\alpha_{2\text{оп}}$  - верхнее и нижнее операционные отклонения для последней операции обработки заготовок, отнесенные к одной кромке;

$\alpha_{13}$  и  $\alpha_{23}$  - верхнее и нижнее отклонения для сборочного зазора между кромками;

$n$  - число сварочных швов или заготовок.

Численное значение отклонений зависит от технического уровня выполняемых операций.

Они предусматриваются в соответствующих технических требованиях, стандартах на выполнение тех или иных технологических операций и постоянно обновляются.

Отклонения по периметру

Периметр корпуса по нейтральному диаметру:

$$L_0 = \pi(D_B + S) \quad (1.2)$$

Рассчитаем  $L_0$  для каждого участка по формуле (1.2)

Участок I:

$$L_0^I = 3,14 (2800 + 60) = 8980 \text{ мм};$$

Участок II:

$$L_0^{II} = 3,14 (2800 + 20) = 8855 \text{ мм};$$

Участок III:

$$L_0^{III} = 3,14 (2800 + 24) = 8867 \text{ мм}.$$

Рассмотрим первый участок.

Выбираем из сортамента толстолистовой стали ГОСТ 5681-85 лист с размерами 1500 x 9000 x 60 мм, что обеспечивает изготовление обечайки с одним продольным швом и тремя кольцевыми,  $n = 3$ .

Рассмотрим второй участок.

Из сортамента толстолистовой стали ГОСТ 5681-85 выбираем лист с размерами 1500 x 12000 x 20 мм, что обеспечивает изготовление обечайки с шестью продольными и двумя кольцевыми швами,  $n = 12$ .

Рассмотрим третий участок.

Из сортамента толстолистовой стали ГОСТ 5681-85 выбираем лист с размерами 2300 x 10000 x 24 мм, что обеспечивает изготовление обечайки с одним кольцевым и четырьмя продольными швами,  $n = 4$ .

Условия производства: совмещенные раскрой и обработку кромок производить кислородной резкой, швы без скоса кромок, сварка электрошлаковая.

Прокатные отклонения учитываются лишь в том случае, когда листы используются без последующей обработки, для данного случая  $\alpha_{1\text{пр}} = \alpha_{2\text{пр}} = 0$ .

Ограничимся определением операционных отклонений только для операции обработки кромок.

Для кислородной резки:  $2\alpha_{1оп} = +2,0$  мм;  $2\alpha_{2оп} = -2,0$  мм.

Допускаемые предельные отклонения зазора для электрошлаковой сварки ГОСТ 15164-78:

$$\alpha_{1з} = +2,0 \text{ мм}; \alpha_{2з} = -2,0 \text{ мм}.$$

Участок I:

$$\alpha_1 = (0 + 2,0 + 2,0) \cdot 3 = 12 \text{ мм};$$

$$\alpha_2 = (0 - 2,0 - 2,0) \cdot 3 = -12 \text{ мм}.$$

Участок II:

$$\alpha_1 = (0 + 2,0 + 2,0) \cdot 12 = 48 \text{ мм};$$

$$\alpha_2 = (0 - 2,0 - 2,0) \cdot 12 = -48 \text{ мм}.$$

Участок III:

$$\alpha_1 = (0 + 2,0 + 2,0) \cdot 4 = 16 \text{ мм};$$

$$\alpha_2 = (0 - 2,0 - 2,0) \cdot 4 = -16 \text{ мм}.$$

Допускаемые отклонения в длине развертки взаимно стыкуемых обечаек должны обеспечивать выполнение установленных норм на смещение кромок в кольцевых швах, рассчитываемых по формуле:

$$\Delta L = \pm \pi \cdot \frac{h}{2}, \quad (1.3)$$

где  $h$  - допускаемое смещение кромок.

Участок I:

$$h = 0,04S + 3,5 = 0,04 \cdot 60 + 3,5 = 5,9 \text{ мм};$$

$$\Delta L = \pm 3,14 \cdot \frac{5,9}{2} = \pm 9,26 \text{ мм}.$$

Участок II:

$$h = 0,15S = 0,15 \cdot 20 = 3 \text{ мм};$$

$$\Delta L = \pm 3,14 \cdot \frac{3}{2} = \pm 4,71 \text{ мм}.$$

Участок III:

$$h = 0,15S = 0,15 \cdot 24 = 3,6 \text{ мм};$$

$$\Delta L = \pm 3,14 \cdot \frac{3,6}{2} = \pm 5,65 \text{ мм}.$$

Таким образом, по периметру условия производства обеспечивают ожидаемые отклонения меньше допускаемых.

Исходная длина периметра рассчитывается по формуле:

$$L = L_0 \cdot$$

Участок I:

$$\beta = 60/1400 = 0,043;$$

$$L^I = 8980 \cdot \left[ 1 - \frac{0,043^2}{(2 + 0,043^2)} \right] = 8972 \text{ мм}$$

Участок II:

$$\beta = 20/1400 = 0,014;$$

$$L^{II} = 8855 \cdot \left[ 1 - \frac{0,014^2}{(2 + 0,014^2)} \right] = 8854 \text{ мм}$$

Участок III:

$$\beta = 24/1400 = 0,017;$$

$$L^{III} = 8867 \cdot \left[ 1 - \frac{0,017^2}{(2 + 0,017^2)} \right] = 8866 \text{ мм}$$

Вывод: исходная длина периметра обечаек перед гибкой должна быть меньше:

на I участке на  $(8980 - 8972) = 8$  мм;

на II участке на  $(8855 - 8854) = 1$  мм;

на III участке на  $(8867 - 8866) = 1$  мм.

Окончательно длина развертки составляет:

Участок I:  $L^I = 8972 \pm 9,26$  мм;

Участок II:  $L^{II} = 8854 \pm 4,71$  мм;

Участок III:  $L^{III} = 8866 \pm 5,65$  мм.

Верхнее и нижнее отклонения по диаметру аппарата рассчитываются по формуле:

$$\Delta D = \pm \frac{h}{2}, \quad (1.6)$$

Участок I:  $AD^I = \pm 5,9/2 = \pm 2,95$  мм;

Участок II:  $AD^{II} = \pm 3/2 = \pm 1,5$  мм;

Участок III:  $AD^{III} = \pm 3,6/2 = \pm 1,8$  мм.

Номинальный диаметр обечаек  $D_{\text{НОМ}}$ , мм:

$$D_{\text{НОМ}} = (D_B + S) \pm \Delta D \quad (1.7)$$

Участок I:  $D_{\text{НОМ}}^I = (2800 + 60) \pm 2,95 = 2860 \pm 2,95$  мм;

Участок II:  $D_{\text{НОМ}}^{II} = (2800 + 20) \pm 1,5 = 2820 \pm 1,5$  мм;

Участок III:  $D_{\text{НОМ}}^{III} = (2800 + 24) \pm 1,8 = 2824 \pm 1,8$  мм.

Размерный анализ по высоте (длине) аппарата

Следует отметить, что научно обоснованный метод выбора ширины и допусков листовых заготовок стыковых соединений сварных карг отсутствует и отдан на произвольное решение изготовителей, что не может гарантировать высокого качества.

Корпус аппарата состоит из трех отдельных обечаек. Количество кольцевых швов с учетом швов обечайка-днище  $n = 7$ .

Допускаемые отклонения длины цилиндрической части аппарата не должны превышать  $\pm 0,3\%$  от номинальной длины корпуса без днищ, но не более  $\pm 75$  мм.

$$\Delta H = \pm 0,003H < 75 \text{ мм} \quad (1.8)$$

$$\Delta H = \pm 0,003 * 38500 = \pm 115,5 \text{ мм} > 75 \text{ мм.}$$

Следовательно принимаем  $\Delta H = \pm 75$  мм.

Для определения расчетных (возможных) отклонений используем формулы (1.1).

Рассмотрим два варианта расчета.

Вариант 1. Листы используются без дополнительной обработки кромок. В этом случае необходимо учитывать отклонения проката по ширине.

Отклонения проката по ширине только плюсовое и, согласно ГОСТ 5681-85 рассчитаем по формуле:

$$\alpha_{1\text{пр}} = + 0,5\%B \quad (1.9)$$

Участок I:  $\alpha_{1\text{пр}}^I = + 0,005 * 1500 = 7,5$  мм.

Участок II:  $\alpha_{1\text{пр}}^{II} = + 0,005 * 1500 = 7,5$  мм.

Участок III:  $\alpha_{1\text{пр}}^{III} = + 0,005 * 2300 = 11,5$  мм.

Расчетное количество кольцевых швов для определения  $\Delta H$  будет равняться:

$n = 3$  — для участка I;  $n = 2$  - для участка II;  $n = 1$  — для участка III.

Операционные отклонения и отклонения зазора те же, что и для случая с периметром.

$$2\alpha_{1оп} = +2,0 \text{ мм}; 2\alpha_{2оп} = -2,0 \text{ мм.}$$
$$\alpha_{1з} = +2,0 \text{ мм}; \alpha_{2з} = -2,0 \text{ мм.}$$

Участок I:

$$\alpha_1 = (7,5 + 2,0 + 2,0)*3 = 34,5 \text{ мм};$$
$$\alpha_2 = (0 - 2,0 - 2,0)*3 = -12 \text{ мм.}$$

Участок II:

$$\alpha_1 = (7,5 + 2,0 + 2,0)*2 = 23 \text{ мм};$$
$$\alpha_2 = (0 - 2,0 - 2,0)*2 = -8 \text{ мм.}$$

Участок III:

$$\alpha_1 = (11,5 + 2,0 + 2,0)*1 = 15,5 \text{ мм};$$
$$\alpha_2 = (0 - 2,0 - 2,0)*1 = -4 \text{ мм.}$$

Величины отклонений могут быть значительно снижены, если применить метод компенсации отклонений от нормальных размеров.

Вариант 2. При этом варианте прокат подвергается дополнительной обработке по ширине и размеры каждой из обечаяк будут одинаковы, количество кольцевых швов:

$$n_I = 3; n_{II} = 2; n_{III} = 1.$$
$$\alpha_{1пр} = 0; \alpha_{2пр} = 0.$$

Участок I:

$$\alpha_1 = (0 + 2,0 + 2,0)*3 = 12 \text{ мм};$$
$$\alpha_2 = (0 - 2,0 - 2,0)*3 = -12 \text{ мм.}$$

Участок II:

$$\alpha_1 = (0 + 2,0 + 2,0)*2 = 8 \text{ мм};$$
$$\alpha_2 = (0 - 2,0 - 2,0)*2 = -8 \text{ мм.}$$

Участок III:

$$\alpha_1 = (0 + 2,0 + 2,0)*1 = 4 \text{ мм};$$
$$\alpha_2 = (0 - 2,0 - 2,0)*1 = -4 \text{ мм.}$$

Расчетные отклонения в данном варианте меньше допускаемых, и следовательно, второй вариант обеспечивает принципы взаимозаменяемости.

Определим диаметр сварной опоры в сопряжении этой опоры со штампованным днищем.

В качестве номинальных выбраны внутренний диаметр опоры  $D_A$  и наружный диаметр днища  $D_H$ .

Внутренний диаметр опоры,  $D_A$  мм:

$$D_A = D_H + \alpha_A + \alpha_B + \Delta_{\min}, \quad (1.10)$$

где  $\alpha_A$  - допуск на диаметр опоры, мм;  
 $\alpha_B$  - допуск на диаметр днища, мм.

Принимаем  $\Delta_{\min} = 1$  мм, толщину стенки опоры 20 мм, максимальный сварочный зазор  $b_{\max} = 3$  мм. Отклонения диаметра днища составляют  $\pm 6$  мм.

$$\alpha_B = 6 \text{ мм.}$$

Для опорной обечайки отклонения диаметра рассчитываются по формуле:

$$\Delta D_A = \pm h/2.$$

$$h = 0,15 * 20 = 3 \text{ мм, тогда}$$

$$\Delta D_A = \pm 3/2 = \pm 1,5 \text{ мм.}$$

$$\alpha_A = 1,5 \text{ мм.}$$

$$D_H = D_B + 2S = 2800 + 2 * 60 = 2920 \text{ мм.}$$

Максимальный сварочный зазор на сторону рассчитаем по формуле:

$$b_{\max} = \alpha_A + \alpha_B + b_{\text{mix}} \quad (1.11)$$

$$b_{\max} = 1,5 + 6 + 0,5 = 8 \text{ мм.}$$

Сварочный зазор 8 мм не позволяет вести нормальный процесс как ручной, так и автоматической сварки под слоем флюса. Поэтому данное сопряжение «корпус-днище» при существующей технологии изготовления днища по принципу взаимозаменяемости собирать невозможно.

Чтобы изготавливать узел сопряжения «опора-днище» по принципу взаимозаменяемости, необходимо иметь днище с предельными отклонениями диаметра  $\alpha_B$ , обеспечивающими:

$$b_{\max} = 3 \text{ мм; } b_{\min} = 0,5 \text{ мм,}$$

тогда

$$\alpha_B = b_{\max} - \alpha_A - b_{\min}, \quad (1.12)$$

$$\alpha_B = 3 - 1,5 - 0,5 = 1 \text{ мм.}$$

**Предельные отклонения диаметра днища не должны превышать  $\Delta D = + 1 \text{ мм}$ .**

Днища с такой точностью можно изготавливать с применением водоохлаждаемого пуансона.

Описание методики оценивания:

Критерии оценки:

Оценка «5»:

- 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.

Оценка «4»:

- знание программного материала;
- грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос;
- правильное применение теоретических знаний;
- владение необходимыми навыками при выполнении практических задач.

Оценка «3»:

- усвоение основного материала;
- при ответе допускаются неточности;
- при ответе недостаточно правильные формулировки;
- нарушение последовательности в изложении программного материала;
- затруднения в выполнении практических заданий.

Оценка «2»:

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

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

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

#### **Основная литература:**

1. Агабеков В. Е. Нефть и газ: технологии и продукты переработки. — Минск: Белорусская наука, 2011. — 460 с. — ЭВК, ЭБС УБО <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=86694&sr=1>
2. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии / Под ред. Айнштейна В. Г. В 2-х книгах — М. 2003 — Т. 1. — 912с.
3. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии / Под ред. Айнштейна В. Г. В 2-х книгах — М. 2003 — Т. 2. — 872с.
4. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. В двух книгах. Книга 1 / Под ред. В. Г. Айнштейна: Учебник. — СПб.: Лань, 2019. — 916 с. — ЭВК, ЭБС «Лань» [https://e.lanbook.com/book/111193#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/111193#book_name)

#### **Дополнительная литература:**

1. Мустафин Ф. М. Машины и оборудование газонефтепроводов: учебное пособие. — Уфа: Монография, 2002. — 384с.
2. Шарафиев Р. Г. Оборудование нефтегазоперерабатывающих и нефтегазохимических производств: учебное пособие/ под редакцией С. С. Хайрудиновой ; Р. Г. Ризванова. — Уфа: [УГНТУ], 2002. — 221с.
3. Абрамов В.П., Шкоропад Д.Е. Оборудование для разделения жидких неоднородных систем и очистки жидких смесей: Сборник научных трудов. — Москва, 1975. — 310с.
4. Иванец К.Я., Лейбо А.Н. Оборудование нефтеперерабатывающих заводов и его эксплуатация: учебное пособие для нефтяных техникумов. — Москва: Химия, 1966. — 342с.
5. Алексеев В. В. Лабораторный практикум по машинам и аппаратам химических производств: учебное пособие. — Казань: Издательство КНИТУ, 2011. — 212 с. — ЭВК, ЭБС УБО <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258707&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**

<https://e.lanbook.com/>  
<https://elib.bashedu.ru/>  
<http://www.bashlib.ru/>  
<http://biblioclub.ru/>



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

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория №401(Учебный корпус, адрес 450078, ул. Мингажева, д. 100)	Лекции	1.Мультимедиа-проектор Panasonic PT-EW640E 2. Lumien Master Picture, 244x183 3.Аудиосистема. 4.Терминал видеоконференцсвязи LifeSize Icon 600 Camera 10xPhone 2ndGeneration 5.ПК PowerCool i5-9400/DDR4 8Гб /HDD 1TB/450W/ 21.5"" /Клавиатура/Мышь" 6.Учебная мебель 7.Доска
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория №102 (Учебный корпус, адрес 450078, ул. Мингажева, д. 100)	Практические занятия	1. ПК. 2.Токарный станок OPTIMUM TU 2807 V C системой управления 1000 TDb 3.Гравировальный фрезерный станок с ЧПУ 4. Сверлильный станок KINZO 8E16 5. Ноутбук Acer Aspire E1-772G-34004G50Mnsk Core i3-4000M/4Gb/500Gb/DVDRW/GF820M2Gb/ 6.Ноутбук Packard bell ENT71BM-C36P Celeron N2830/2Gb/320Gb/DVDRW/HD4400 int/15.6/WXGA/1366*768/Lin 7. Принтер Canon MF-3010 8.Экспериментальный стенд для исследования влияния степени загрязненности поверхности оребренной биметаллической трубы на эффективность её теплопередачи 9.Экспериментальный стенд для очистки оребренных труб АВО "10. ПК PowerCool i5-9400/DDR4 8Гб /HDD 1TB/450W/ 21.5"" /Клавиатура/Мышь" 11. Учебная мебель
Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций: аудитория №401 (Учебный корпус, адрес 450078, ул. Мингажева, д. 100)	Групповые и индивидуальные консультации	1.Мультимедиа-проектор Panasonic PT-EW640E 2. Lumien Master Picture, 244x183 3.Аудиосистема. 4.Терминал видеоконференцсвязи LifeSize Icon 600 Camera 10xPhone 2ndGeneration 5.ПК PowerCool i5-9400/DDR4 8Гб /HDD 1TB/450W/ 21.5"" /Клавиатура/Мышь" 6.Учебная мебель 7.Доска
Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория №401 (Учебный корпус, адрес 450078, ул. Мингажева, д. 100)	Текущий контроль и промежуточная аттестация	1.Мультимедиа-проектор Panasonic PT-EW640E 2. Lumien Master Picture, 244x183 3.Аудиосистема. 4.Терминал видеоконференцсвязи LifeSize Icon 600 Camera 10xPhone 2nd Generation 5.ПК PowerCool i5-9400/DDR4 8Гб /HDD 1TB/450W/ 21.5"" /Клавиатура/Мышь" 6.Учебная мебель 7.Доска
Помещение для самостоятельной работы: аудитория №2 (201)(Физмат корпус – учебное, адрес 3. Валиди,д. 32)	Самостоятельная Работа	1. ПК - 10 шт

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

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Энергоресурсоэффективное оборудование химических и нефтехимических производств» на 2 курс 4 семестр

Очная форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов)	3 / 108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	33.2
лекций	16
практических/ семинарских	16
лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	38.8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	36

Форма контроля:  
экзамен 4 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР		
1	2	3	4	5	6	8	9
1.	Классификация процессов и аппаратов нефтегазовой переработки и нефтехимии. Гидравлические, тепловые, массообменные, гидромеханические, химические, механические процессы, их движущая сила и законы, определяющие скорости процессов	2	2	-	8	Литературный обзор процессов и аппаратов	Коллоквиум
2.	Процессы массопередачи. Характеристика (диффузионных) массообменных процессов. Законы Рауля, Генри, Коновалова для равновесия идеальных и реальных смесей. Закон массопередачи.	4	4	-	8	Литературный обзор процессов и аппаратов	Коллоквиум
3.	Дистилляция, дистилляция в инертном газе, молярная дистилляция	2	-	-	2	Дистилляты установки атмосферной перегонки нефти	Коллоквиум
4.	Ректификация. Сущность ректификации. Материальные и тепловые потоки в ректификационных аппаратах. Устройство и эффективная работа ректификационных аппаратов. Технологические расчёты ректификационной колонны.	2	4	-	2	Ректификационные колонны	Контрольная работа
5	Жидкостная экстракция. Сущность жидкостной экстракции. Материальные и тепловые потоки в аппаратах жидкостной экстракции. Устройство и	4	4	-	10	Жидкостная экстракция	Контрольная работа

	эффективная работа аппаратов жидкостной экстракции. Технологические расчёты жидкостного экстрактора						
6	Адсорбция. Применение процессов адсорбции. Адсорбенты. Физико- химические основы адсорбционных процессов. Математическое описание адсорбции. Аппараты адсорберы. Технологические расчёты адсорбционных аппарата	2	2	-	8.8	Адсорбция	Контрольная работа
	<b>Всего часов:</b>	16	16	-	38.8		

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

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Энергоресурсоэффективное оборудование химических и нефтехимических производств» на 3 курс 5 семестр

Очно-заочная форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов)	3 / 108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	53.2
лекций	24
практических/ семинарских	28
лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	27.8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	27

Форма контроля:  
экзамен 5 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.	Классификация процессов и аппаратов нефтегазовой переработки и нефтехимии. Гидравлические, тепловые, массообменные, гидромеханические, химические, механические процессы, их движущая сила и законы, определяющие скорости процессов	4	4	-	4	Литературный обзор процессов и аппаратов	Коллоквиум
2.	Процессы массопередачи. Характеристика (диффузионных) массообменных процессов. Законы Рауля, Генри, Коновалова для равновесия идеальных и реальных смесей. Закон массопередачи.	4	4	-	4	Литературный обзор процессов и аппаратов	Коллоквиум
3.	Дистилляция, дистилляция в инертном газе, молярная дистилляция	2	2	-	4	Дистилляты установки атмосферной перегонки нефти	Коллоквиум
4.	Ректификация. Сущность ректификации. Материальные и тепловые потоки в ректификационных аппаратах. Устройство и эффективная работа ректификационных аппаратов. Технологические расчёты ректификационной колонны.	10	14	-	7.8	Ректификационные колонны	Контрольная работа
5	Жидкостная экстракция. Сущность жидкостной экстракции. Материальные и тепловые потоки в аппаратах жидкостной экстракции. Устройство и	2	2	-	4	Жидкостная экстракция	Контрольная работа

	эффективная работа аппаратов жидкостной экстракции. Технологические расчёты жидкостного экстрактора						
6	Адсорбция. Применение процессов адсорбции. Адсорбенты. Физико- химические основы адсорбционных процессов. Математическое описание адсорбции. Аппараты адсорберы. Технологические расчёты адсорбционных аппарата	2	2	-	4	Адсорбция	Контрольная работа
	<b>Всего часов:</b>	24	28	-	27.8		

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Энергоресурсоэффективное оборудование химических и нефтехимических производств» на 2 курс 4 семестр

Заочная форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов)	3 / 108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	15.2
лекций	6
практических/ семинарских	8
лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	83.8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	9

Форма контроля:  
экзамен 4 семестр



№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР		
1	2	3	4	5	6	8	9
1.	Классификация процессов и аппаратов нефтегазовой переработки и нефтехимии. Гидравлические, тепловые, массообменные, гидромеханические, химические, механические процессы, их движущая сила и законы, определяющие скорости процессов	1	-	-	20	Литературный обзор процессов и аппаратов	Коллоквиум
2.	Процессы массопередачи. Характеристика (диффузионных) массообменных процессов. Законы Рауля, Генри, Коновалова для равновесия идеальных и реальных смесей. Закон массопередачи.	1	-	-	10	Литературный обзор процессов и аппаратов	Коллоквиум
3.	Дистилляция, дистилляция в инертном газе, молярная дистилляция	1	-	-	10	Дистилляты установки атмосферной перегонки нефти	Коллоквиум
4.	Ректификация. Сущность ректификации. Материальные и тепловые потоки в ректификационных аппаратах. Устройство и эффективная работа ректификационных аппаратов. Технологические расчёты ректификационной колонны.	1	2	-	20	Ректификационные колонны	Контрольная работа
5	Жидкостная экстракция. Сущность жидкостной экстракции. Материальные и тепловые потоки в аппаратах жидкостной экстракции. Устройство и	1	4	-	10	Жидкостная экстракция	Контрольная работа

	эффективная работа аппаратов жидкостной экстракции. Технологические расчёты жидкостного экстрактора						
6	Адсорбция. Применение процессов адсорбции. Адсорбенты. Физико- химические основы адсорбционных процессов. Математическое описание адсорбции. Аппараты адсорберы. Технологические расчёты адсорбционных аппарата	1	2	-	13.8	Адсорбция	Контрольная работа
	<b>Всего часов:</b>	6	8	-	83.8		