

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

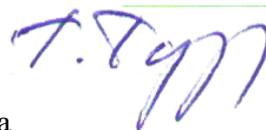
Кафедра Высокомолекулярных соединений и общей химической технологии

Актуализировано  
на заседании кафедры  
Протокол № 6 от «7» апреля 2020

Зав. кафедрой



Согласовано  
Председатель УМК  
Факультета



Г.Г. Гарифуллина

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Дисциплина **Процессы и аппараты химической технологии**

Базовая часть

**программа бакалавриата**

Специальность

18.03.01 Химическая технология

Направленность (профиль) подготовки  
*Технология и переработка полимеров*

Квалификация  
Бакалавр\_

Разработчик (составитель)  
К.х.н., доц. Базунова М.В.  
уч. степень, уч. звание

ФИО



Для приема 2020 г.

Уфа 2020

Составитель / составители: к.х.н., доцент Бабунова М.В.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры ВМС и ОХТ протокол № 6 от «7» апреля 2020

Заведующий кафедрой



\_\_\_/Кулиш Е.И./

### Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	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	7
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	7
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	18
4.3. <i>Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)</i>	21
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	26
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	26
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	27
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	29

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

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

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
знания	математический аппарат, необходимый для решения профессиональных задач в области химии и материаловедения	ОПК-1 способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	
	Знать: основные теоретические положения смежных с химией естественнонаучных дисциплин		
	методы построения технологии малотоннажного производства с учетом экономических и экологических факторов возможности применения химических законов в конкретных областях науки и техники, включая проблемы энергосберегающих технологий и охраны окружающей среды; технологию и общие принципы осуществления изучаемых химических процессов органического синтеза; способы рекуперации и утилизации газовых, жидких и твердых отходов изучаемых производств органического синтеза	ПК- 1 способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции;	
	основные характеристики и свойства компонентов химических производств; типы степень воздействия химических предприятий на окружающую среду; правила работы и техника безопасности	ПК-4 способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	
	структуру химического производства, общие принципы организации химического производства, теоретические основы химической технологии.	ПК-9 Способностью анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования	
общие закономерности формирования, функционирования	ПК-11 Способностью выявлять и устранять отклонения от		

	технологических процессов и их систем.	режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса.	
	химические свойства материалов и веществ		
умения	решать типовые учебные задачи по основным разделам математики и естественнонаучных дисциплин	ОПК-1 способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	
	проводить выбор конструкции основного и вспомогательного оборудования, видов конструкционных материалов с учетом требований, предъявляемых к ним при проектировании; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса, конкретные типы приборов для диагностики ХТП.	ПК-1 способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции;	
	использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса	ПК-4 способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	
	находить в литературе и базах данных справочные данные о технологических свойствах и процессах производства товарных продуктов и оформлять документацию	ПК-9 Способностью анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования	
	определять основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса.	ПК-11 Способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса.	
Владения (навыки/опыт деятельности)	навыками работы с учебной литературой, основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин	ОПК-1 способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	

	навыками осуществления всех технологических операций в рамках рабочего проекта; основные принципы организации химического производства, его структуры, методы оценки эффективности производства; общие закономерности химических процессов.	ПК- 1 способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции;	
	навыками осуществления всех технологических операций в рамках рабочего проекта; основными принципами организации химического производства, его структуры, методами оценки эффективности производства	ПК-4 способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	
	навыками по подготовке заявок на приобретение и ремонт оборудования	ПК-9 Способностью анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования	
	навыками по эксплуатации основных видов оборудования, по ведению и регулированию технологического режима отдельных аппаратов и установок в целом.	ПК-11 Способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса.	

## 2. ЦЕЛИ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП БАКАЛАВРИАТА

Дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии» относится к циклу дисциплин базовой части профессионального цикла дисциплин и является инженерной дисциплиной, представляющей собой важный раздел теоретических основ химической технологии. При изучении курса «Процессы и аппараты химической технологии» проводится анализ закономерностей протекания основных процессов и выполняется разработка обобщенных методов расчета аппаратов производства. Перечень дисциплин и разделов, необходимых для успешного освоения курса: Высшая математика: дифференциальное и интегральное исчисление, решение дифференцированных уравнений, элементы векторной алгебры.

Целью дисциплины является получение знаний, которые должны быть синтетически использованы при разработке наиболее эффективных с технико-экономической точки зрения процессов производства в любых отраслях химической технологии.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

- Б1.Б.08 Физика  
Б1.Б.09 Общая и неорганическая химия

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

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

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

#### Код и формулировка компетенции

#### ОПК-1 Способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

Этап (уровень) освоения компетенции и	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
Первый этап (уровень)	Знать: математический аппарат, необходимый для решения профессиональных задач в области химии и материаловедения	Не может привести примеры использования математического аппарата при решении задач в области химии и материаловедения	Имеет четкое, целостное представление о способах использования математического аппарата при решении задач в области химии и материаловедения
	Знать: основные теоретические положения смежных с химией	Не знает основные теоретические положения смежных с химией естественнонаучных дисциплин	Имеет достаточно четкое представления об основных теоретических положениях смежных с химией естественнонаучных дисциплин

	химией естественнонаучных дисциплин		
Второй этап (уровень)	уметь решать типовые учебные задачи по основным разделам математики и естественнонаучных дисциплин	Не умеет решать типовые задачи из базовых курсов естественнонаучных дисциплин	Умеет решать комбинированные задачи из базовых курсов естественнонаучных дисциплин
Третий этап (уровень)	Владеть: навыками работы с учебной литературой, основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин	Владеет навыками поиска учебной литературы, в т.ч., с использованием электронных ресурсов, частично владеет основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин	Владеет навыками самостоятельного изучения отдельных разделов учебной литературы, владеет основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин

ПК- 1 способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
Первый этап (уровень)	Знать: методы построения технологии малотоннажного производства с учетом экономических и экологических факторов возможности применения химических законов в конкретных областях науки и техники, включая проблемы энергосберегающих технологий и охраны окружающей среды; технологию и общие принципы осуществления изучаемых химических процессов органического синтеза; способы рекуперации и утилизации газовых, жидких и твердых отходов изучаемых производств органического синтеза.	Фрагментарные представления о методы построения технологии малотоннажного производства с учетом экономических и экологических факторов возможности применения химических законов в конкретных областях науки и техники, включая проблемы энергосберегающих технологий и охраны окружающей среды; технологию и общие принципы осуществления изучаемых химических процессов органического синтеза; способы рекуперации и утилизации газовых, жидких и твердых отходов изучаемых производств органического синтеза.	Сформированные систематические знания о методы построения технологии малотоннажного производства с учетом экономических и экологических факторов возможности применения химических законов в конкретных областях науки и техники, включая проблемы энергосберегающих технологий и охраны окружающей среды; технологию и общие принципы осуществления изучаемых химических процессов органического синтеза; способы рекуперации и утилизации газовых, жидких и твердых отходов изучаемых производств органического синтеза.

<p>Второй этап (уровень)</p>	<p>Уметь: проводить выбор конструкции основного и вспомогательного оборудования, видов конструкционных материалов с учетом требований, предъявляемых к ним при проектировании; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса, конкретные типы приборов для диагностики ХТП.</p>	<p>Фрагментарное умение проводить выбор конструкции основного и вспомогательного оборудования, видов конструкционных материалов с учетом требований, предъявляемых к ним при проектировании; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса, конкретные типы приборов для диагностики ХТП.</p>	<p>Успешное и систематическое умение проводить выбор конструкции основного и вспомогательного оборудования, видов конструкционных материалов с учетом требований, предъявляемых к ним при проектировании; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса, конкретные типы приборов для диагностики ХТП.</p>
<p>Третий этап (уровень)</p>	<p>Владеть: навыками осуществления всех технологических операций в рамках рабочего проекта; основные принципы организации химического производства, его структуры, методы оценки эффективности производства; общие закономерности химических процессов.</p>	<p>Фрагментарное владение навыками осуществления всех технологических операций в рамках рабочего проекта; основные принципы организации химического производства, его структуры, методы оценки эффективности производства; общие закономерности химических процессов.</p>	<p>Успешное и систематическое владение навыками осуществления всех технологических операций в рамках рабочего проекта; основные принципы организации химического производства, его структуры, методы оценки эффективности производства; общие закономерности химических процессов.</p> <p style="text-align: center;">10</p>

Код и формулировка компетенции

КОМПЕТЕНЦИЯ: ПК-4 способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
Первый этап (уровень)	Знать: основные характеристики и свойства компонентов химических производств; типы и степень воздействия химических предприятий на окружающую среду; правила работы на оборудовании и техники безопасности	Затрудняется в знании основных характеристик и свойств компонентов химических производств; типы и степень воздействия химических предприятий на окружающую среду; правила работы на оборудовании и техники безопасности	Знает основные характеристики и свойства компонентов химических производств; типы и степень воздействия химических предприятий на окружающую среду; правила работы на оборудовании и техники безопасности
Второй этап (уровень)	Уметь: использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса.	Умеет использовать простейшие технические средства для измерения ряда параметров технологического процесса, но допускает ошибки	11 определять риски; предвидеть последствия аварии, возникающие в результате отказа работы аппаратуры. Умеет

Третий этап (уровень)	Владеть навыками осуществления всех технологических операций в рамках рабочего проекта; основными принципами организации химического производства, его структуры, методами оценки эффективности производства;	Владеет простейшими навыками осуществления всех технологических операций в рамках рабочего проекта; основными принципами организации химического производства, его структуры, методами оценки эффективности производства, но допускает ошибки	Владеет всеми навыками осуществления всех технологических операций в рамках рабочего проекта; основными принципами организации химического производства, его структуры, методами оценки эффективности производства;
-----------------------	---	---	---

Код и формулировка компетенции

ПК-9 Способностью анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
Первый этап (уровень)	<u>Знать:</u> структуру химического производства, общие принципы организации химического производства, теоретические основы химической технологии.	Затрудняется в знании структуры химического производства, общих принципов организации химического производства, теоретических основ химической технологии.	Уверенно знает структуру химического производства, общие принципы организации химического производства, теоретические основы химической технологии.
Второй этап (уровень)	<u>Уметь:</u> находить в литературе и базах	Умеет находить в литературе и базах данных справочные данные о	Умеет уверенно находить в литературе и базах данных справочные данные о технологических

	данных справочные данные о технологических свойствах и процессах производства товарных продуктов и оформлять документацию	технологических свойствах и процессах производства товарных продуктов и оформлять документацию, но допускает ошибки	свойствах и процессах производства товарных продуктов и оформлять документацию
Третий этап (уровень)	Владеть навыками по подготовке заявок на приобретение и ремонт оборудования	Владеет по подготовке заявок на приобретение и ремонт оборудования, но допускает ошибки	Уверенно владеет навыками по подготовке заявок на приобретение и ремонт оборудования

Код и формулировка компетенции

ПК-11 Способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
Первый этап (уровень)	<u>Знать:</u> общие закономерности формирования, функционирования технологических процессов и их систем.	Затрудняется в знании общих закономерностей формирования, функционирования и технологических процессов и их систем.	Уверенно знает общие закономерности формирования, функционирования технологических процессов и их систем.
Второй этап (уровень)	<u>Уметь:</u> определять основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса;	Умеет определять некоторые статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса., но допускает ошибки	Умеет определять все основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса.
	Уметь: выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса.	Не умеет выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса.	Умеет выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса.
Третий этап (уровень)	Владеть навыками по эксплуатации основных	Владеет простейшими навыками по эксплуатации основных видов	Уверенно владеет навыками по эксплуатации основных видов оборудования, по ведению и

	видов оборудования, по ведению и регулированию технологического режима отдельных аппаратов и установок в целом.	оборудования, по ведению и регулированию технологического режима отдельных аппаратов и установок в целом., но допускает ошибки	регулированию технологического режима отдельных аппаратов и установок в целом.
--	---	--	--

Экзамен

**Код и формулировка компетенции**

**ОПК-1 Способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности**

Этап (уровень) освоения компетенци и	Планируе мые результаты обучения (показате ли достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать: математи ческий аппарат, необходимый для решения профессиональ ных задач в области химии и материаловеде ния	Не может привести примеры использования математического аппарата при решении задач в области химии и материаловедения	Имеет представление о способах использования математического аппарата при решении задач в области химии и материаловедения, но допускает неточности в формулировках	Имеет представление о способах использования математического аппарата при решении задач в области химии и материаловедения	Имеет четкое, целостное представление о способах использования математического аппарата при решении задач в области химии и материаловедения
	Знать: основные теоретические положения	Не знает основные теоретические положения смежных с химией	Имеет фрагментарные знания основных теоретических положений смежных с	Имеет достаточно чёткое представления об основных	Знает основные теоретические положения смежных с химией естественнонаучных дисциплин

	смежных с химией естественнонаучных дисциплин	естественнонаучных дисциплин	химией естественнонаучных дисциплин	теоретических положениях смежных с химией естественнонаучных дисциплин	
Второй этап (уровень)	уметь решать типовые учебные задачи по основным разделам математики и естественнонаучных дисциплин	Не умеет решать типовые задачи из базовых курсов естественнонаучных дисциплин	Умеет решать типовые задачи из базовых курсов естественнонаучных дисциплин	Умеет решать комбинированные задачи из базовых курсов естественнонаучных дисциплин	Умеет решать задачи повышенной сложности из базовых курсов естественнонаучных дисциплин
Третий этап (уровень)	Владеть: навыками работы с учебной литературой, основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин	Владеет навыками поиска учебной литературы, в т.ч., с использованием электронных ресурсов, частично владеет основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин	Владеет навыками воспроизведения освоенного учебного материала, в целом владеет основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин	Владеет навыками самостоятельного изучения отдельных разделов учебной литературы, владеет основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин	Владеет навыками критического анализа учебной информации, уровень владения терминологией и понятийным аппаратом позволяет формулировать выводы и участвовать в дискуссии по учебным вопросам базовых математических и естественнонаучных дисциплин

	учных дисциплин			естественнонаучных дисциплин	
--	-----------------	--	--	------------------------------	--

**ПК- 1** способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать: методы построения технологии малотоннажного производства с учетом экономических и экологических факторов возможности применения химических законов в конкретных областях науки и техники, включая проблемы энергосберегающих технологий и охраны окружающей среды; технологию и общие принципы осуществления изучаемых химических	Фрагментарные представления о методы построения технологии малотоннажного производства с учетом экономических и экологических факторов возможности применения химических законов в конкретных областях науки и техники, включая проблемы энергосберегающих технологий и охраны окружающей среды;	Неполные представления о методы построения технологии малотоннажного производства с учетом экономических и экологических факторов возможности применения химических законов в конкретных областях науки и техники, включая проблемы энергосберегающих технологий и	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о методы построения технологии малотоннажного производства с учетом экономических и экологических факторов возможности применения химических законов в конкретных областях науки и техники, включая проблемы энергосберегающих технологий и охраны окружающей среды;	Сформированные систематические знания о методы построения технологии малотоннажного производства с учетом экономических и экологических факторов возможности применения химических законов в конкретных областях науки и техники, включая проблемы энергосберегающих технологий и

	<p>процессов органического синтеза; способы рекуперации и утилизации газовых, жидких и твердых отходов изучаемых производств органического синтеза.</p>	<p>технологию и общие принципы осуществления изучаемых химических процессов органического синтеза; способы рекуперации и утилизации газовых, жидких и твердых отходов изучаемых производств органического синтеза.</p>	<p>охраны окружающей среды; технологию и общие принципы осуществления изучаемых химических процессов органического синтеза; способы рекуперации и утилизации газовых, жидких и твердых отходов изучаемых производств органического синтеза.</p>	<p>технологию и общие принципы осуществления изучаемых химических процессов органического синтеза; способы рекуперации и утилизации газовых, жидких и твердых отходов изучаемых производств органического синтеза.</p>	<p>охраны окружающей среды; технологию и общие принципы осуществления изучаемых химических процессов органического синтеза; способы рекуперации и утилизации газовых, жидких и твердых отходов изучаемых производств органического синтеза.</p>
<p>Второй этап (уровень)</p>	<p>Уметь: проводить выбор конструкции основного и вспомогательного оборудования, видов конструкционных материалов с учетом требований, предъявляемых к ним при проектировании; выбирать рациональную систему регулирования технологического</p>	<p>Фрагментарное умение проводить выбор конструкции основного и вспомогательного оборудования, видов конструкционных материалов с учетом требований, предъявляемых к ним при проектировании;</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое умение проводить выбор конструкции основного и вспомогательного оборудования, видов конструкционных материалов с учетом требований,</p>	<p>В целом успешное умение проводить выбор конструкции основного и вспомогательного оборудования, видов конструкционных материалов с учетом требований, предъявляемых к ним при проектировании; выбирать</p>	<p>Успешное и систематическое умение проводить выбор конструкции основного и вспомогательного оборудования, видов конструкционных материалов с учетом требований, предъявляемых к</p>

	процесса, конкретные типы приборов для диагностики ХТП.	выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса, конкретные типы приборов для диагностики ХТП.	предъявляемых к ним при проектировании; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса, конкретные типы приборов для диагностики ХТП.	рациональную систему регулирования технологического процесса, конкретные типы приборов для диагностики ХТП.	ним при проектировании; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса, конкретные типы приборов для диагностики ХТП.
Третий этап (уровень)	Владеть: навыками осуществления всех технологических операций в рамках рабочего проекта; основные принципы организации химического производства, его структуры, методы оценки эффективности производства; общие закономерности химических процессов.	Фрагментарное владение навыками осуществления всех технологических операций в рамках рабочего проекта; основные принципы организации химического производства, его структуры, методы оценки эффективности производства; общие закономерности химических процессов.	Владение навыками осуществления всех технологических операций в рамках рабочего проекта; основные принципы организации химического производства, его структуры, методы оценки эффективности производства; общие закономерности	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками осуществления всех технологических операций в рамках рабочего проекта; основные принципы организации химического производства, его структуры, методы оценки эффективности производства; общие закономерности химических процессов.	Успешное и систематическое владение навыками осуществления всех технологических операций в рамках рабочего проекта; основные принципы организации химического производства, его структуры, методы оценки эффективности производства; общие закономерности

			химических процессов.		химических процессов.
--	--	--	--------------------------	--	--------------------------

### Код и формулировка компетенции

КОМПЕТЕНЦИЯ: ПК-4 способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать: основные характеристики и свойства компонентов химических производств; типы и степень воздействия химических предприятий на окружающую среду; правила работы на оборудовании и техники безопасности.	Затрудняется в знании основных характеристики и свойства компонентов химических производств; типы и степень воздействия химических предприятий на окружающую среду; правила работы на оборудовании и техники безопасности.	Имеет общее представление о основных характеристики и свойства компонентов химических производств; типы и степень воздействия химических предприятий на окружающую среду; правила работы на оборудовании и техники безопасности.	Знает основные принципы организации химического производства, регламент и технические средства, необходимые для контроля и управления технологическим процессом.	Знает принципы определения экологической безопасности производств, методы предотвращения возможных аварий

<p>Второй этап (уровень)</p>	<p>Уметь: <b>использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса.</b></p>	<p>Умеет использовать простейшие технические средства для измерения ряда параметров технологическог о процесса, но допускает ошибки</p>	<p>Умеет использовать основные технические средства для измерения ряда параметров технологического процесса, но допускает небольшие неточности</p>	<p>Умеет <b>выбирать технические средства и технологии с учетом безопасности их применения.</b></p>	<p>Умеет <b>определять риски; предвидеть последствия аварии, возникающие в результате отказа работы аппаратуры.</b></p>
<p>Третий этап (уровень)</p>	<p>Владеть навыками осуществления всех технологических операций в рамках рабочего проекта; основными принципы организации химического производства, его структуры, методами оценки эффективности производства;</p>	<p>Владеет простейшими навыками навыками осуществления осуществления всех технологических операций в рамках рабочего проекта; основными принципы организации химического производства, его структуры, методами</p>	<p>Владеет базовыми навыками осуществления всех технологических операций в рамках рабочего проекта; основными принципы организации химического производства, его структуры, методами оценки эффективности производства; и допускает</p>	<p>Владеет навыками осуществления всех технологических операций в рамках рабочего проекта; основными принципы организации химического производства, его структуры, методами <sup>23</sup>оценки эффективности производства</p>	<p>Владеет всеми навыками осуществления всех технологических операций в рамках рабочего проекта; основными принципы организации химического производства, его структуры, методами оценки эффективности производства;</p>

		оценки эффективности производства, но допускает ошибки	небольшие неточности		
--	--	--	-------------------------	--	--

**Код и формулировка компетенции**  
**ПК-9 Способностью анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования.**

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	<u>Знать:</u> структуру химического производства, общие принципы организации химического производства, теоретические основы химической технологии.	Затрудняется в знании структуры химического производства, общих принципов организации химического производства, теоретических основ химической технологии.	Имеет общее представление о структуре химического производства, общих принципах организации химического производства, теоретических основах химической технологии.	Знает структуру химического производства, общие принципы организации химического производства, теоретические основы химической технологии.  <u>25</u>	Уверенно знает структуру химического производства, общие принципы организации химического производства, теоретические основы химической технологии.
Второй этап (уровень)	<u>Уметь:</u> находить в литературе и базах данных справочные данные о технологических	Умеет находить в литературе и базах данных справочные данные о	Умеет находить в литературе и базах данных справочные данные о	Умеет находить в литературе и базах данных справочные данные о технологических	Умеет уверенно находить в литературе и базах данных справочные данные о технологических

	свойствах и процессах производства товарных продуктов и оформлять документацию	технологических свойствах и процессах производства товарных продуктов и оформлять документацию, но допускает ошибки	технологических свойствах и процессах производства товарных продуктов и оформлять документацию, но допускает небольшие неточности	свойствах и процессах производства товарных продуктов и оформлять документацию	свойствах и процессах производства товарных продуктов и оформлять документацию
Третий этап (уровень)	Владеть навыками по подготовке заявок на приобретение и ремонт оборудования	Владеет по подготовке заявок на приобретение и ремонт оборудования, но допускает ошибки	Владеет навыками по подготовке заявок на приобретение и ремонт оборудования.и допускает небольшие неточности	Владеет навыками по подготовке заявок на приобретение и ремонт оборудования	Уверенно владеет навыками по подготовке заявок на приобретение и ремонт оборудования

## КАРТА КОМПЕТЕНЦИИ

### Код и формулировка компетенции

**ПК-11 Способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса.**

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	<u>Знать:</u> общие закономерности формирования, функционирования технологических процессов и их систем.	Затрудняется в знании общих закономерностей формирования, функционирования и технологических процессов и их систем.	Имеет общее представление об общих закономерностях формирования, функционирования технологических процессов и их систем.	Знает общие закономерности формирования, функционирования технологических процессов и их систем.	Уверенно знает общие закономерности формирования, функционирования технологических процессов и их систем.

Второй этап (уровень)	<p><u>Уметь:</u> определять основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса;</p>	<p>Не умеет определять некоторые статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса</p>	<p>Умеет частично определять основные статические и динамические характеристики объектов;</p>	<p>Умеет с небольшим затруднением определять основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса</p>	<p>Умеет определять все основные статические и динамические характеристики объектов;</p>
	<p><u>Уметь:</u>  выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса.</p>	<p>Не умеет выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса., но допускает ошибки</p>	<p>Умеет частично выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса, но допускает</p>	<p>Умеет с небольшим затруднением ; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса.</p>	<p>Умеет выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса.</p>

			небольшие неточности		
Третий этап (уровень)	Владеть навыками по эксплуатации основных видов оборудования, по ведению и регулированию технологического режима отдельных аппаратов и установок в целом.	Владеет простейшими навыками по эксплуатации основных видов оборудования, по ведению и регулированию технологического режима отдельных аппаратов и установок в целом., но	Владеет базовыми навыками по эксплуатации основных видов оборудования, по ведению и регулированию технологического режима отдельных аппаратов и установок в целом.и допускает небольшие неточности	Владеет навыками по эксплуатации основных видов оборудования, по ведению и регулированию технологического режима отдельных аппаратов и установок в целом.	Уверенно владеет навыками по эксплуатации основных видов оборудования, по ведению и регулированию технологического режима отдельных аппаратов и установок в целом.

		допускает ошибки			
--	--	---------------------	--	--	--

Показатели сформированности компетенции:

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10 для зачета: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

(для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

для зачета:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),

не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

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

Этапы освоения	Результаты обучения	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Оценочные средства
знания	математический аппарат, необходимый для решения профессиональных задач в области химии и материаловедения	ОПК-1 способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	Допуск к лабораторной работе
	Знать: основные теоретические положения смежных с химией естественнонаучных дисциплин		
	методы построения технологии малотоннажного производства с учетом экономических и экологических факторов возможности применения химических законов в конкретных областях науки и техники, включая проблемы энергосберегающих технологий и охраны окружающей среды; технологию и общие принципы осуществления изучаемых химических процессов органического синтеза; способы рекуперации и утилизации газовых, жидких и	ПК- 1 способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции;	Оформлен. отчет по лабораторной работе

	твердых отходов изучаемых производств органического синтеза		
	основные характеристики и свойства компонентов химических производств; типы степень воздействия химических предприятий на окружающую среду; правила работы и техника безопасности	ПК-4 способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	Допуск к лабораторной работе
	структуру химического производства, общие принципы организации химического производства, теоретические основы химической технологии.	ПК-9 Способностью анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования	Допуск к лабораторной работе
	общие закономерности формирования, функционирования технологических процессов и их систем.	ПК-11 Способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса.	Оформлен. отчёт по лабораторн. работе
	химические свойства материалов и веществ		Допуск к лабораторной работе
умения	решать типовые учебные задачи по основным разделам математики и естественнонаучных дисциплин	ОПК-1 способность и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	Оформлен. отчёт по лабораторн. работе
	проводить выбор конструкции основного и вспомогательного оборудования, видов конструкционных материалов с учетом требований, предъявляемых к ним при проектировании; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса, конкретные типы приборов для диагностики ХТП.	ПК- 1 способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции;	Допуск к лабораторной работе
	использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса	ПК-4 способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии с учетом	Оформлен. отчёт по лабораторн. работе

		экологических последствий их применения	
	находить в литературе и базах данных справочные данные о технологических свойствах и процессах производства товарных продуктов и оформлять документацию	ПК-9 Способностью анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования	Допуск к лабораторной работе
	определять основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса.	ПК-11 Способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса.	Оформлен. отчёт по лабораторн. работе
владения	навыками работы с учебной литературой, основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин	ОПК-1 способность и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	Допуск к лабораторной работе
	навыками осуществления всех технологических операций в рамках рабочего проекта; основные принципы организации химического производства, его структуры, методы оценки эффективности производства; общие закономерности химических процессов.	ПК- 1 способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции;	Оформлен. отчёт по лабораторн. работе
	навыками осуществления всех технологических операций в рамках рабочего проекта; основными принципами организации химического производства, его структуры, методами оценки эффективности производства	ПК-4 способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	Допуск к лабораторной работе
	навыками по подготовке заявок на приобретение и ремонт оборудования	ПК-9 Способностью анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования	Оформлен. отчёт по лабораторн. работе

	<p>навыками по эксплуатации основных видов оборудования, по ведению и регулированию технологического режима отдельных аппаратов и установок в целом.</p>	<p>ПК-11 Способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса.</p>	<p>Допуск к лабораторной работе</p>
--	--	---	-------------------------------------

*Вопросы к экзамену по курсу «Процессы и аппараты химической технологии»:*

1. Классификация основных процессов. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов.
2. Гидромеханические процессы Основные понятия гидромеханики: гидравлика, гидростатика, гидродинамика. Свойства жидкости. Различные системы единиц измерения.
3. Гидростатика. Дифференциальное уравнение относительного покоя жидкости. Основное уравнение гидростатики. Некоторые практические приложения уравнения гидростатики.
4. Гидродинамика. Основные характеристики движения идеальной жидкости. Дифференциальное уравнение движения идеальной жидкости (уравнение Эйлера). Дифференциальное уравнение движения реальной жидкости (уравнение Навье - Стокса). Интеграл уравнения движения Эйлера – уравнение Бернулли. Некоторые примеры практического приложения уравнения Бернулли.
5. Теория подобия. Применение методов теории подобия к изучению химико-технологических процессов. Геометрическое и физическое подобие (теоремы подобия, преобразования дифференциальных уравнений к безразмерному виду). Модифицированные и производные критерии гидродинамического подобия. Основные принципы анализа, размерностей
6. Расчет трубопроводов Уравнение Бернулли реальной жидкости. Гидравлические сопротивления в трубопроводах. Потери на трение по длине и местные сопротивления. Расчет диаметра трубопровода.
7. Перемещение жидкостей и газов. Классификация насосов. Основные параметры насосов: производительность, напор, мощность, высота всасывания насоса, различные виды потерь. Поршневые насосы. Другие типы насосов. Области применения насосов различных типов. Центробежные насосы. Уравнение центробежного насоса (уравнение Эйлера). Характеристики центробежных насосов. Работа на сеть. Перемещение и сжатие газов. Процессы сжатия газов. Работа сжатия и потребляемая мощность. Поршневые компрессоры. Классификация. Теоретический и действительный процессы в поршневом компрессоре. Индикаторная диаграмма. Коэффициент подачи. Многоступенчатое сжатие. Причины перехода на многоступенчатое сжатие. Центробежные и осевые компрессоры.
8. Внешняя и смешанная задачи гидродинамики  
Классификация неоднородных систем. Движение тел в жидкостях. Сопротивление движению. Расчет скорости осаждения частицы в жидкостях и газах. Движение жидкости через неподвижные зернистые и пористые слои. Расчет гидравлического сопротивления зернистых слоев. Гидродинамика кипящих (псевдооживленных) зернистых слоев. Скорость начала псевдооживления, число псевдооживления, скорость уноса.
9. Материальный баланс гидромеханических процессов. Стесненное гравитационное осаждение. Отстойники для пыли, суспензий, эмульсий. Осаждение под действием центробежной силы. Циклонный процесс. Отстойное (осадительное) центрифугирование. Схемы конструкций отстойных центрифуг.
10. Фильтрация Способы процесса фильтрации, уравнение, скорость. Определение постоянных в уравнениях фильтрации. Конструкции фильтратов. Фильтрующее центрифугирование. Схемы конструкций фильтрующих центрифуг.
11. Мокрая очистка газов. Скрубберы, пенные аппараты, аппараты с 3-х фазным псевдооживленным слоем.
12. Перемешивание в жидкой среде. Пневматическое, циркуляционное и механическое перемешивание. Интенсивность и эффективность процесса перемешивания. Конструкции мешалок, области применения.
13. Тепловые процессы Способы переноса тепла. Основное уравнение теплопередачи. Теплообменные аппараты. Классификация. Конструкции кожухотрубчатых теплообменных аппаратов. Промышленные способы подвода и отвода теплоты в химической аппаратуре
14. Методика теплового расчета теплообменных аппаратов Движущая сила тепловых процессов (средний температурный напор). Уравнение теплового баланса теплообменника. Определение поверхности теплообменника.

15. Теплопроводность Температурное поле и температурный градиент. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской стенок
16. Тепловое излучение Законы Стефана – Больцмана, Кирхгофа, Ламберта. Лучистый теплообмен.
17. Конвективный теплообмен Уравнение Ньютона. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена Фурье – Кирхгофа. Критерии теплового подобия.
18. Теплопередача Теплообмен при постоянных температурах теплоносителей. Коэффициент теплопередачи. Опытные данные по конвективному теплообмену. Теплоотдача при вынужденном и свободном движении жидкостей и газов внутри и снаружи труб. Теплоотдача при конденсации и кипении жидкостей.
19. Массообменные процессы  
Общие понятия о массообменных процессах. Виды процессов массопередачи. Способы выражения состава фаз. Закон Дальтона. Закон Рауля. Равновесие при массопередаче. Коэффициент распределения. Линия равновесия. Направление процесса. Материальный баланс массообменных процессов. Рабочая линия процесса.
20. Основное уравнение массопередачи. Движущая сила массообменных процессов. Число единиц переноса. Модифицированные уравнения массопередачи. Высота единиц переноса. Скорость процесса массопередачи. Молекулярная диффузия (I закон Фика). Дифференциальное уравнение молекулярной диффузии. Дифференциальное уравнение массообмена в движущейся среде.
21. Механизм процесса массопереноса. Уравнение массоотдачи. Связь коэффициента массопередачи с коэффициентами массоотдачи. Подобие процессов переноса массы. Критерии подобия.
22. Абсорбция Равновесие при абсорбции. Закон Генри. Материальный баланс процесса. Связь удельного расхода абсорбента с размерами аппарата. Тепловой баланс и температура абсорбента.
23. Десорбция. Устройство абсорбционных аппаратов. Поверхностные и пленочные абсорберы. Насадочные абсорберы. Режимы работы. Требования, предъявляемые к насадкам. Барботажные абсорберы. Гидродинамические режимы работы. Типы тарелок. Принципы расчета насадочных и тарельчатых абсорберов.
24. Перегонка жидкостей

Образец билета

*Минобрнауки Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Башкирский государственный университет»*

*Факультет Химический  
Кафедра ВМС и ОХТ*

*ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1  
по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии»*

*Направление 18.03.01 Химическая технология*

1. Гидромеханические процессы Основные понятия гидромеханики: гидравлика, гидростатика, гидродинамика. Свойства жидкости. Различные системы единиц измерения.
2. Мокрая очистка газов. Скрубберы, пенные аппараты, аппараты с 3-х фазным псевдооживленным слоем.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (Е.И. Кулиш)

(подпись)

(Ф.И.О.)

Критерии оценки (в баллах) (для экзамена):

- 25-30 баллов выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении

практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы.

Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- 17-24 баллов выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- 10-16 баллов выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- 1-10 баллов выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

#### Список лабораторных работ:

**Лабораторная работа № 1:** Измерение гидростатического давления.

**Лабораторная работа № 2:** Экспериментальная демонстрация уравнения Бернулли.

**Лабораторная работа № 3:** Градуировка реометра

**Лабораторная работа № 4:** Экспериментальное определение коэффициента теплопередачи.

**Лабораторная работа № 5:** Двухтрубный теплообменник

**Лабораторная работа № 6:** Изучение процесса гравитационного осаждения.

**Лабораторная работа № 7:** Фильтрация при постоянном перепаде давления.

**Лабораторная работа № 6:** Определение эффективности работы колонны ректификации периодического действия

**Лабораторная работа № 7:** Анализ газовой смеси на химическом ручном газоанализаторе

**Лабораторная работа № 10:** Перегонка бинарной смеси.

#### Вопросы к допускам к лабораторным работам (примеры)

##### Вопросы к допускам к лабораторным работам

##### Лабораторная работа № 1 «Измерение гидростатического давления»

1. Гидравлика. Гидростатика. Понятие давления. Принцип статики. Вывод дифференциальных уравнений равновесия Эйлера на основе принципа статики.

2. Основное уравнение гидростатики, физический смысл входящих в него величин.

3. Закон Паскаля. Принцип сообщающихся сосудов. Применение закона Паскаля и следствия из него: манометры, пьезометры, водомерные стёкла. Гидропрессы.

4. Гидродинамика. Понятия: расход и скорость движения жидкости. Уравнение Бернулли. Динамический, статический и нивелирный напор, их физический смысл.

5. Ротаметр – прибор с постоянным перепадом давления. Принцип действия ротаметра, силы, действующие на поплавок, условие равновесия. Измерение расхода жидкости или газа с помощью ротаметра. Влияние расхода жидкости на перепад динамического напора в ротаметре.

6. Описание устройства ротаметра и установки для градуировки ротаметра.

##### Лабораторная работа № 2: Экспериментальная демонстрация уравнения Бернулли.

1. Гидродинамика. Понятия расход и скорость движения жидкости, их размерность.

Дифференциальные уравнения движения Эйлера, их вывод на основе принципа динамики. Вывод закона Бернулли на основе интегрирования дифференциальных уравнений движения Эйлера.

Физический смысл входящих в уравнение Бернулли величин. 2. Уравнение сплошности (неразрывности) струи.

3. Режимы движения жидкости и критерий Рейнольдса. Ламинарное движение жидкости. Выражение скорости любого самопроизвольного процесса и его применение для расчета скорости движения отдельных слоев жидкости. Распределение скоростей по сечению потока при ламинарном движении. График распределения скоростей потока при ламинарном и турбулентном движении, средняя скорость потока.

### **Лабораторная работа № 3: Градуировка реометра**

1. Измерение скорости движения потока и расхода жидкости с помощью гидродинамических труб. Вывод уравнения для расчета максимальной и средней скорости потока. Преимущества и недостатки этого метода определения скорости потока.

2. Типы сужающих устройств: мерная диафрагма, сопло, труба Вентури. Определение напора до и после сужающего устройства с помощью дифманометра. Определение скорости потока с помощью мерной диафрагмы. Вывод уравнения для расчета максимальной скорости потока, средняя скорость движения. Преимущества и недостатки отдельных сужающих устройств.

3. Устройство и принцип работы реометров для измерения расхода газов: с диафрагмой и капиллярные. Области их применения. Описание работы по градуировке реометров для измерения малых расходов газа.

### **Лабораторная работа № 4: Экспериментальное определение коэффициента теплопередачи.**

1. Место тепловых процессов в химической технологии. Практическая значимость в современном производстве. Движущая сила и три элементарных способа распространения тепла.

2. Основное уравнение теплопередачи. Физический смысл общего коэффициента теплопередачи. Тепловые балансы и их применение в расчетах тепловых процессов.

3. Теплопроводность. Закон Фурье. Физический смысл коэффициента теплопроводности.

4. Тепловое излучение. Характеристика тел по лучеиспускающей, лучепоглощающей и лучеотражающей способности. Закон Кирхгофа.

5. Конвекция. Понятие о гидродинамическом и тепловом пограничных слоях. Уравнение теплоотдачи. Физический смысл коэффициента теплоотдачи. Факторы, влияющие на коэффициент теплоотдачи.

6. Теплопередача при постоянных температурах теплоносителей. Вывод уравнения, связующего коэффициент теплопередачи  $K$  с коэффициентами теплоотдачи  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ . Интенсификация процесса теплообмена по результатам анализа сопоставления термических сопротивлений. Основное уравнение теплопередачи при переменных температурах теплоносителей.

### **Лабораторная работа № 5: Двухтрубный теплообменник**

1. Нагревающие агенты, их теплофизические свойства, преимущества и недостатки.

2. Охлаждающие агенты.

3. Теплообменники, их типы, устройство, преимущества и недостатки. Интенсификация теплообмена в кожухотрубчатых теплообменниках.

### **3 семестр**

Лабораторная работа № 6: Изучение процесса гравитационного осаждения.

1. Гидромеханические процессы. Типы неоднородных систем. Перечислить основные методы разделения неоднородных систем.

2. Осаждение. Отстаивание твердых частиц в жидкой среде. Силы, действующие на твердую частицу, находящуюся в неподвижном состоянии и при движении. Вывод закона Стокса. Влияние диаметра твердой частицы на скорость осаждения.

3. Аппаратура для отстаивания.

4. Разделение гетерогенных систем в поле центробежных сил. Центробежная сила и фактор разделения. Принцип действия центрифуги фильтрующего типа.

### **Лабораторная работа № 7: Фильтрация при постоянном перепаде давления.**

1. Фильтрация. Движущая сила и сопротивление фильтрации.

2. Уравнение скорости фильтрации при  $R_{\text{фп}} = \text{const}$ ,  $t^{\circ}\text{C} = \text{const}$ ,  $\mu = \text{const}$ . Частные случаи фильтрации: под атмосферным давлением; при повышенном давлении; под вакуумом. Интенсификация скорости фильтрации в частных случаях.

### **Лабораторная работа №8: Определение эффективности работы колонны ректификации периодического действия**

1. Ректификация, её сущность. Сходства и различия с простой перегонкой. Принципиальная схема установки ректификации непрерывного действия.

Материальный баланс колонны ректификации и вывод уравнения рабочей линии укрепляющей и исчерпывающей части колонны непрерывного действия. Построение рабочих линий на диаграмме «у-х» и нахождение числа теоретических тарелок колонны.

2. Флегмовое число. Расчет минимального и рабочего флегмового числа.

3. Колонна ректификации периодического действия. Режимы работы колонны: а) при постоянном флегмовом числе; б) при постоянном составе дистиллята.

4. Устройство различных типов колонн: насадочных, тарельчатых (ситчатого, колпачкового и клапанного типа). Преимущества и недостатки различных типов колонн.

5. Основы ректификации многокомпонентных смесей.

6. Устройство лабораторной насадочной колонны. Вывод колонны на режим захлёбывания, на рабочий режим и режим отвода дистиллята.

### **Лабораторная работа № 9: Анализ газовой смеси на химическом ручном газоанализаторе**

1. Массообменные процессы, виды процессов массопередачи. Правило фаз. Фазовое равновесие. Линия равновесия. Материальный баланс. Рабочая линия. Направление массопередачи.

2. Движущая сила массопередачи, средняя движущая сила массопередачи. Понятие теоретической тарелки, определение числа теоретических ступеней графическим методом.

3. Абсорбция. Равновесие при абсорбции. Материальный баланс процесса абсорбции. Скорость абсорбции. Связь коэффициента массопередачи с коэффициентами массоотдачи.

4. Устройство различных типов абсорберов: поверхностные, пленочные, насадочные, тарельчатые, распыливающие.

5. Газовый анализ. Теоретические основы. Химические методы анализа. Физические методы анализа. Отбор и хранение газов.

6. Анализ газовой смеси на ручном газоанализаторе. Описание прибора, порядок работы. Подготовка прибора к работе, взятие пробы на анализ, проведение анализа, расчёты.

7. Химические реакции, лежащие в основе поглощения отдельных компонентов газовой смеси.

### **Лабораторная работа № 10: Перегонка бинарной смеси.**

1. Перегонка жидкостей. Простая перегонка, определение. Перегонка бинарной смеси на диаграмме: «температура - состав пара – состав – жидкости» и на диаграмме: «состав жидкости - состав пара». Равновесие между фазами.

2. Недостатки простой перегонки.

3. Перегонка под вакуумом, с водяным паром, с инертным газом, какие условия при этом изменяются.

ротаметра. Влияние расхода жидкости на перепад динамического напора в ротаметре.

Критерии оценки:

- 4 балла выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- 3 если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько несущественных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в

целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются непринципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос.

-1-2 балла выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос.

- 0 баллов выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и полном незнании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий.

### **Примеры тестовых заданий**

1. В гидравлике предел отношения  $\lim \left( \frac{\Delta F}{\Delta S} \right)$  при  $\Delta S \rightarrow 0$  называется

- а) гидростатическим давлением в точке;
- б) силой гидростатического давления;
- в) движущей силой гидромеханических процессов;
- г) силой тяжести.

2. В основном уравнении гидростатики  $z + \frac{P}{\gamma} = \text{const}$  символом  $z$  обозначается:

- а) динамическое давление,
- б) динамический напор,
- в) пьезометрическое давление,
- г) пьезометрический напор,
- д) нивелирный напор

### **Критерии оценки (в баллах) тестов**

- 0 баллов выставляется студенту, если количество правильных ответов 0 %;
- 3 балла выставляется студенту, если количество правильных ответов 30 %;
- 5 баллов выставляется студенту если количество правильных ответов 40 %;
- 10 баллов выставляется студенту, если количество правильных ответов 60 %;
- 15 баллов выставляется студенту, если количество правильных ответов 80 - 100%;

### **Критерии оценки (в баллах) тестов**

- 0 баллов выставляется студенту, если количество правильных ответов 0 %;
- 1-8 балла выставляется студенту, если количество правильных ответов 30 %;
- 9-15 баллов выставляется студенту если количество правильных ответов 40 %;
- 16-20 баллов выставляется студенту, если количество правильных ответов 60 %;
- 21-25 баллов выставляется студенту, если количество правильных ответов 80 - 100%;

Требования к оформлению отчёта о лабораторной работе  
Лабораторная работа должна состоять из следующих глав:

1. Титульный лист.
2. Описание цели работы.
3. Предоставление кратких теоретических сведений.
4. Описание технического оснащения и методики проведения эксперимента.
5. Полученные в ходе проведения эксперимента результаты.
6. Анализ данных, полученных в ходе проведения эксперимента.
7. Подведение итогов, формулировка выводов

Критерии оценки (в баллах)

- 0 баллов выставляется студенту, если студент не представил оформленный отчёт о лабораторной работе;
- 1-2 балл выставляется студенту, если студент допустил ошибки в оформлении отчёта о лабораторной работе и в расчётах;
- 3-4 балла выставляется студенту, если студент оформил отчёт по форме и не допущено ошибок в расчётах и содержании;

### Контрольная работа (пример)

#### Вариант 1.

1. Барабанный вакуум-фильтр, работающий в режиме постоянного перепада давления

Дано: массовый расход суспензии  $G_c = 1000$  кг/ч, концентрация (массовая) твердых частиц в суспензии  $x_c = 10\%$ , в осадке  $x_{oc} = 40\%$ , в фильтрате  $x_{\phi} = 0$ . Сопротивление фильтрующей перегородки  $R_{\phi} = 1 \cdot 10^6$  (Н·мин)/м<sup>3</sup>, удельное сопротивление осадка  $r = 2 \cdot 10^9$  (Н·мин)/м<sup>3</sup>, конечная толщина осадка  $l_k = 0,01$  м, вакуум  $50000$  Н/м<sup>2</sup>, суспензия водная, промывная жидкость – вода,  $x = V_{oc} / V_{\phi} = 0,5$ . Определить поверхность фильтрования (площадь зоны погружения в суспензию) барабана  $F_{\phi}$  и скорость промывки  $j_{пр}$ .

2. Тепловые процессы Теплопередача Дано: Стенка печи состоит из двух слоев толщиной  $\delta_1 = 500$  мм и  $\delta_2 = 250$  мм. Температура внутри печи  $1300$  °С, температура окружающего воздуха  $25$  °С.

Коэффициент теплоотдачи от печных газов к стенке  $\alpha_1 = 34,8$  Вт/(м<sup>2</sup> К), от стенки к воздуху  $\alpha_2 = 16,2$  Вт/(м<sup>2</sup> К). Коэффициенты теплопроводности материалов стенки соответственно:  $\lambda_1 = 1,16$  Вт (м К),  $\lambda_2 = 0,58$  Вт (м К). Определить: а) потери тепла с 1 м<sup>2</sup> поверхности стенки; б) температуру на внутренней поверхности стенки и между слоями материала стенки.

Критерии оценки (в баллах)

- 0 баллов выставляется студенту, если студент не представил решение задач;
- 1-5 балл выставляется студенту, если студент допустил грубые ошибки в оформлении решений и в расчётах;
- 6-10 балл выставляется студенту, если студент допустил ошибки в оформлении решений и в расчётах;
- 11-15 балла выставляется студенту, если студент оформил отчёт решения по форме и не допущено ошибок;

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

#### Основная

1. Базунова, Марина Викторовна. Химическая технология : учеб. пособие / М. В. Базунова ; БашГУ .— Уфа : РИЦ БашГУ, 2009-.Ч. 1: Процессы и аппараты химической технологии .— 2009 .— 96 с. (71 экз)

2. **Касаткин, А. Г.** Основные процессы и аппараты химической технологии / А. Г. Касаткин .— / Изд.8-е, перераб. — М. : Химия, 1971 .— 784 с. :

#### Дополнительная

1. Основные процессы и аппараты химической технологии : пособие по проектированию / под ред. Ю. И. Дытнерского; Г. С. Борисов [и др.] .— 5-е изд., стер. — М. : Альянс, 2010 .— 496 с.

2. **Плановский, Александр Николаевич.** Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии : учебник для вузов / А. Н. Плановский, П. И. Николаев .— 3-е изд., испр. и доп. — М. : Химия, 1987 .— 496 с

### 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Электронная библиотечная система «ЭБ БашГУ» - <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <https://biblioclub.ru/>
3. Электронная библиотечная система издательства «Лань» - <https://e.lanbook.com/>

4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ - <http://www.bashlib.ru/catalogi/>
5. Универсальная Базы данных EastView (доступ к электронным научным журналам) - <https://dlib.eastview.com/browse>
6. Научная электронная библиотека - elibrary.ru (доступ к электронным научным журналам) - [https://elibrary.ru/projects/subscription/rus\\_titles\\_open.asp](https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp)
7. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные
8. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные
9. Linux OpenSUSE 12.3 (x84\_64) GNU General Public License
- Для эффективной организации самостоятельной работы студентов используется онлайн-курс «Процессы и аппараты химической технологии: гидромеханические процессы» на платформе «<https://oiledu.ru/courses/ugntu/gidromekhanicheskie-protsessy.html>» рассчитанный на 36 часов.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

<p><b>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория № 405 (корпус химического факультета), аудитория № 311 (корпус химического факультета), аудитория № 310 (корпус химического факультета), аудитория № 305 (корпус химического факультета), аудитория № 001 (корпус химического факультета), аудитория № 002 (корпус химического факультета), аудитория № 006 (корпус химического факультета), аудитория № 007 (корпус химического факультета), аудитория № 008 (корпус химического факультета).</p> <p><b>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> лаборатория № 121 (корпус химического факультета), лаборатория № 407 (корпус химического факультета), лаборатория № 412 (корпус химического факультета).</p> <p><b>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> аудитория № 405 (корпус химического факультета), аудитория № 311 (корпус химического факультета), аудитория № 310 (корпус химического факультета), аудитория № 305 (корпус химического факультета), аудитория № 001 (корпус химического факультета),</p>	<p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 405</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук, мультимедиа-проектор Mitsubishi XD3200U, экран с электроприводом 300*400см Spectra Classic.</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 311</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук, проектор Mitsubishi XD 600U, экран с электроприводом Projecta 183*240см Matte white.</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 310</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183.</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 305</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183.</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 001</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска.</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 002</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска.</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 006</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска.</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 007</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска.</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 008</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска.</p> <p style="text-align: center;"><b>Лаборатория № 121</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, набор химической посуды, комплект мебели ВНР, аквадистиллятор, доска аудиторная ДА (32)3, доска классная/2002г, микроскоп, насос, РМС "Ионометрия", информационный стенд, визкозиметр d=0,54 (10 шт.), визкозиметр d=1,16 (5 шт.), периодическая система Менделеева (2шт.), стол 2-х тумб., стол 2-х тумб., подставка-кафедра.</p> <p style="text-align: center;"><b>Лаборатория № 407</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, набор химической посуды, прибор, установка.</p> <p style="text-align: center;"><b>Лаборатория № 412</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, набор химической посуды, газометр</p> <p style="text-align: center;"><b>Лаборатория № 111</b></p> <p>Учебная мебель, весы ALC-150d3 (150 г, 1мг, внешняя калибровка) ACCULAB, выч/блок для управления приводом</p>	<p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные</p>
--	---	--

<p>аудитория № 002 (корпус химического факультета), аудитория № 006 (корпус химического факультета), аудитория № 007 (корпус химического факультета), аудитория № 008 (корпус химического факультета).</p> <p><b>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b>  аудитория № 405 (корпус химического факультета), аудитория № 311 (корпус химического факультета), аудитория № 310 (корпус химического факультета), аудитория № 305 (корпус химического факультета), аудитория № 001 (корпус химического факультета), аудитория № 002 (корпус химического факультета), аудитория № 006 (корпус химического факультета), аудитория № 007 (корпус химического факультета), аудитория № 008 (корпус химического факультета).</p> <p><b>5. помещения для курсового проектирования:</b>  лаборатория № 111 (корпус химического факультета), лаборатория № 220 (корпус химического факультета), лаборатория № 420 (корпус химического факультета).</p> <p><b>6. помещения для самостоятельной работы:</b>  читальный зал № 1 (главный корпус), читальный зал № 2 (физ-мат корпус), читальный зал № 5 (гуманитарный корпус), читальный зал № 6 (корпус института права), читальный зал № 7 (гуманитарный корпус), лаборатория № 111 (корпус химического факультета), лаборатория № 206 (корпус химического факультета), лаборатория № 207 (корпус химического факультета).</p> <p><b>7. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:</b> лаборатория № 013 (корпус химического факультета).</p>	<p>реометра крутящего момента HAAKE PolyLab OSc сист., компрессор поршневой безмасляный METABO Basic 250-24W OF, компьютер в составе: системный блок Celeron G 3900/4 GB/500GB/450W/Win7PRO по ц., система реометра крутящего момента HAAKE PolyLab OS с двухшнековым экструдером, термопластавтомат Babyplast горизонтального типа с объемом впрыска до 15см<sup>3</sup>, шкаф сушильный LOIP LF-120/300-VS1, стол лабораторный 1300x1000x1050мм, керамогранит,усил.корпус, дробилка отходов Mini Goliath, литьевая пресс-форма для пр-ва образц. для опр.проч.на разрыв, литьевая пресс-форма для пр-ва образц. для опр. ударной вязкости по Шарпи, промышленный индивидуальный охладитель, термостат для темперирования пресс-форм, шкаф электроавтоматики для подключения ТПА, щетка из мессинга для очистки прибора, щетка хоз-ая для очистки приборов, установка для пров. спец. исследований: Везерометр для комп. испытаний мат. на стойкость, установка для проведения специализированных исследований.: Портативный спектрофотометр, комплект мебели ВНР, комплект спец. об. (Автом.копер,Станок,Прибор,НВ-3000-Р3), специализ. оборуд. для получения полимерных композитов методом экструзии.</p> <p><b>Лаборатория № 220</b>  Комплект мебели ВНР, набор химической посуды, весы ВСЛ-200/1 1А, мешалка магнитная EcoStir(1.5л,300-2000об/мин, платформа диам. 120 мм, без нагрева), РМС "Кондуктометрия" (Рабочее место студента), спектрофотометр ЮНИКО-2800, термостат жидкостный ВИС-Т-02</p> <p><b>Лаборатория № 420</b>  Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, мешалка вертикальная роторная НТ-120 DX Set, со штативом ST120+КА 1177, прочномер, вискозиметр капил. ст. ВПЖ-1, d=0.86 (5шт.), секундомер СОПр-2а-3-000 АГАТ (в мет. корпусе) (2шт.)</p> <p><b>Читальный зал № 1</b>  Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт., Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.</p> <p><b>Читальный зал №2</b>  Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок), подключенных к сети Интернет, – 8 шт., Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.</p> <p><b>Читальный зал № 5</b>  Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 27.</p> <p><b>Читальный зал № 6</b>  Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 6 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 30.</p> <p><b>Читальный зал № 7</b>  Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 5 шт, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 18.</p> <p><b>Лаборатория № 206</b>  Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, мешалка магнитная EcoStir (1.5л,300-2000об/мин,платформа диам.120мм,без нагрева), мешалка магнитная ПЭ-6110 (до 1л, с подогрев. 120С), мешалка магнитная ПЭ-6110 (до 1л, с подогрев. 120С), мешалка магнитная ПЭ-6110 (до 1л, с подогрев. 120С), мешалка магнитная с подогревом ПЭ-6110М,</p>	
--	---	--

	<p>мешалка магнитная с подогревом ПЭ-6110М, микроскоп, многофункциональное устройство Kyocera FS-1030MFP, ноутбук HP Pavilion , проектор BenQ MP612C, ноутбук HP 6820s T2370 17 WXGA, монитор 19" Samsung 931BWSFV TFT, системный блок Intel Core в комплекте, память NransTS 4G, стул ИСО/черн/ (6шт.), ноутбук ASUS K52JE 15.6"/Intel Corei3 370 M/DVD- RW/CAM/WiFi/Win7BASIC.</p> <p style="text-align: center;"><b>Лаборатория № 207</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, набор химической посуды, настольная унив/испытат. машина д/провед. испытаний на растяж. AGS-5kNX, комплект спец. оборудования (Автом. копер, Станок, Прибор HV-3000-Р3), специализированная испытательная машина AGS-10kNX фирмы Шимадзу для опр. физ. мех., комплект мебели ВНР, комплект специализ. оборудования для опред. плотности полим. комп. материалов (Весы A&amp;D, устр-во AD-1654, весы лабораторные)</p> <p style="text-align: center;"><b>Лаборатория № 013</b></p> <p>Комплект мебели ВНР, весы GR-120 (120г*0,1мг) внутр. калибровка, с поверкой, центрифуга ОПН-8, многофункциональное устройство HP LaserJet M1536 DNF MFP (CE538A)128mb, электроплитка</p>	
--	--	--

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

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

**дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» на 2 семестр  
(наименование дисциплины)  
очная  
форма обучения**

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (Экз/ часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	32
практических/ семинарских	
лабораторных	96
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	2,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	13,8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	9

**Форма(ы) контроля:  
зачёт, контрольная работа 2 семестр**

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)					Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		Всего	ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	<b>Тема 1. Введение.</b> Предмет курса «Процессы и аппараты химической технологии». Возникновение и развитие курса. Классификация основных процессов. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов.	7	6	-	-	1	О:1,2		
2	<b>Лабораторная работа № 1:</b> Измерение гидростатического давления.	17			16	1	Д 1,2	Подготовить отчёт по лабораторной работе	Оформлен. отчёт по лабораторн. работе
3	<b>Тема 2. Гидромеханические процессы</b> Основные понятия гидромеханики: гидравлика, гидростатика, гидродинамика. Свойства жидкости. Различные системы единиц измерения. <b>Гидростатика.</b> Дифференциальное уравнение относительного покоя жидкости. Основное уравнение гидростатики. Некоторые практические	15	12	-	-	3	4 О:2	Подготовиться к допуску к лабораторной работе, проработать литературу по теме	Допуск к лабораторной работе

<p>приложения уравнения гидростатики. <b>Гидродинамика.</b> Основные характеристики движения идеальной жидкости. Дифференциальное уравнение движения идеальной жидкости (уравнение Эйлера). Дифференциальное уравнение движения реальной жидкости (уравнение Навье - Стокса). Интеграл уравнения движения Эйлера – уравнение Бернулли. Некоторые примеры практического приложения уравнения Бернулли. <b>Теория подобия.</b> Применение методов теории подобия к изучению химико-технологических процессов. Геометрическое и физическое подобие (теоремы подобия, преобразования дифференциальных уравнений к безразмерному виду). Модифицированные и производные критерии гидродинамического подобия. Основные принципы анализа, размерностей <b>Расчет трубопроводов</b> Уравнение Бернулли реальной жидкости. Гидравлические сопротивления в трубопроводах. Потери на трение по длине и местные сопротивления. Расчет диаметра трубопровода. <b>Перемещение жидкостей и газов.</b> Классификация насосов. Основные параметры насосов: производительность, напор, мощность, высота всасывания насоса, различные виды потерь.</p>						<p>4 -</p>		
--	--	--	--	--	--	----------------	--	--

	<p>Поршневые насосы. Другие типы насосов. Области применения насосов различных типов.</p> <p>Центробежные насосы. Уравнение центробежного насоса (уравнение Эйлера). Характеристики центробежных насосов. Работа на сеть. Перемещение и сжатие газов. Процессы сжатия газов. Работа сжатия и потребляемая мощность.</p> <p>Поршневые компрессоры. Классификация. Теоретический и действительный процессы в поршневом компрессоре.</p> <p>Индикаторная диаграмма. Коэффициент подачи. Многоступенчатое сжатие. Причины перехода на многоступенчатое сжатие. Центробежные и осевые компрессоры.</p>								
4	<p><b>Лабораторная работа № 2:</b> Экспериментальная демонстрация уравнения Бернулли.</p>	19			18	1	О:1, Д2	Подготовить отчёт по лабораторной работе	Оформлен. отчёт по лабораторн. работе
5	<p><b>Тема 3. Внешняя и смешанная задачи гидродинамики</b> <b>Классификация неоднородных систем.</b> Движение тел в жидкостях. Сопротивление движению. Расчет скорости осаждения частицы в жидкостях и газах. Движение жидкости через неподвижные зернистые и пористые слои. Расчет гидравлического сопротивления зернистых слоев. Гидродинамика</p>	5	4	-	-	1	О:2	Подготовиться к допуску к лабораторной работе, проработать литературу по теме	Допуск к лабораторной работе

	<p>кипящих (псевдоожигенных) зернистых слоев. Скорость начала псевдоожигения, число псевдоожигения, скорость уноса.</p> <p><b>Материальный баланс</b> гидромеханических процессов. Стесненное гравитационное осаждение. Отстойники для пыли, суспензий, эмульсий. Осаждение под действием центробежной силы. Циклонный процесс. Отстойное (осадительное) центрифугирование. Схемы конструкций отстойных центрифуг. <b>Фильтрование</b> Способы процесса фильтрования, уравнение, скорость. Определение постоянных в уравнениях фильтрования. Конструкции фильтратов. Фильтрующее центрифугирование. Схемы конструкций фильтрующих центрифуг. <b>Мокрая очистка газов.</b> Скрубберы, пенные аппараты, аппараты с 3-х фазным псевдоожигенным слоем.</p> <p><b>Перемешивание в жидкой среде.</b> Пневматическое, циркуляционное и механическое перемешивание. Интенсивность и эффективность процесса перемешивания. Конструкции мешалок, области применения.</p>								
6	<p><b>Тема 1. Тепловые процессы</b></p> <p>Способы переноса тепла. Основное уравнение теплопередачи. Теплообменные аппараты. Классификация. Конструкции кожухотрубчатых теплообменных</p>	11	10			1	О:1, Д2	Подготовиться к допуску лабораторной работе, проработать	Допуск к лабораторной работе

	<p>аппаратов. Промышленные способы подвода и отвода теплоты в химической аппаратуре</p> <p><b>Методика теплового расчета теплообменных аппаратов</b></p> <p>Движущая сила тепловых процессов (средний температурный напор). Уравнение теплового баланса теплообменника.</p> <p>Определение поверхности теплообменника.</p> <p><b>Теплопроводность</b> Температурное поле и температурный градиент. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской стенок</p> <p><b>Тепловое излучение</b> Законы Стефана – Больцмана, Кирхгофа, Ламберта. Лучистый теплообмен.</p> <p><b>Конвективный теплообмен</b> Уравнение Ньютона. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена Фурье – Кирхгофа. Критерии теплового подобия.</p> <p><b>Теплопередача</b> Теплообмен при постоянных температурах теплоносителей. Коэффициент теплопередачи. Опытные данные по конвективному теплообмену. Теплоотдача при вынужденном и свободном движении жидкостей и газов внутри и снаружи труб. Теплоотдача при конденсации и кипении жидкостей.</p>							литературу по теме	
7	<p><b>Лабораторная работа № 3:</b></p> <p>Градуировка реометра</p>	19			18	1	О:1, Д2	Подготовить отчёт по	Оформлен. отчёт по

								лабораторной работе	лабораторн. работе
8	<b>Лабораторная работа № 4:</b> Экспериментальное определение коэффициента теплопередачи.	19			18	1	О:1, Д2	Подготовить отчёт по лабораторной работе	Оформлен. отчёт по лабораторн. работе
9	<b>Лабораторная работа № 5:</b> Двухтрубный теплообменник	9			8	1	О:1, Д2	Подготовить отчёт по лабораторной работе	Оформлен. отчёт по лабораторн. работе
10	<b>Лабораторная работа № 6:</b> Изучение процесса гравитационного осаждения	20,8			18	2,8	О:1, Д2	Подготовить отчёт по лабораторной работе	Оформлен. отчёт по лабораторн. работе
	Всего	141,8	32	-	96	13,8			

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

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

**дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» на 3 семестр**  
**(наименование дисциплины)**

**очная**

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	91,2
лекций	18
практических/ семинарских	-
лабораторных	72
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
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	25,8

5  
.

**Форма(ы) контроля:**  
**экзамен 3 семестр**

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)					Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		Всего	ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	<b>Лабораторная работа № 7:</b> Фильтрация при постоянном перепаде давления.	24	-	-	18	6	Д 1,2	Проработать литературу, Подготовить отчет по лабораторной работе	Оформлен. отчет по лабораторн. работе
2	<b>Тема 2. Массообменные процессы</b> <b>Общие понятия о массообменных процессах.</b> Виды процессов массопередачи. Способы выражения состава фаз. Закон Дальтона. Закон Рауля. Равновесие при массопередаче. Коэффициент распределения. Линия равновесия. Направление процесса. Материальный баланс массообменных процессов. Рабочая линия процесса. Основное	20	10	-	-	10	О:1,2 5	Подготовиться к допуску к лабораторной работе, проработать литературу по теме	Допуск к лабораторной работе

<p>уравнение массопередачи.  Движущая сила массообменных процессов. Число единиц переноса. Модифицированные уравнения массопередачи. Высота единиц переноса. Скорость процесса массопередачи. Молекулярная диффузия (I закон Фика). Дифференциальное уравнение молекулярной диффузии. Дифференциальное уравнение массообмена в движущейся среде. Механизм процесса массопереноса. Уравнение массоотдачи. Связь коэффициента массопередачи с коэффициентами массоотдачи. Подобие процессов переноса массы. Критерии подобия.  <b>Абсорбция</b> Равновесие при абсорбции. Закон Генри. Материальный баланс процесса. Связь удельного расхода абсорбента с размерами аппарата. Тепловой баланс и температура абсорбента. Десорбция. Устройство абсорбционных аппаратов. Поверхностные и пленочные абсорберы. Насадочные абсорберы. Режимы работы. Требования, предъявляемые к насадкам. Барботажные абсорберы. Гидродинамические режимы работы. Типы тарелок. Принципы расчета насадочных и тарельчатых абсорберов.  <b>Перегонка жидкостей</b> Смеси жидкостей с неограниченной</p>						5		
Механические процессы	11	8			3			

3	<b>Лабораторная работа №8:</b> Определение эффективности работы колонны ректификации периодического действия	21	-	-	18	3	О:2	Проработать литературу, Подготовить отчёт по лабораторной работе	Оформлен. отчёт по лабораторн. работе
4	<b>Лабораторная работа № 9:</b> Анализ газовой смеси на химическом газоанализаторе ручном	21	-	-	18	3	О:1,2	Подготовить отчёт по лабораторной работе	Оформлен. отчёт по лабораторн. работе
5	<b>Лабораторная работа № 10:</b> Перегонка бинарной смеси. процесса теплообмена.	20			18	2	О:1,2	Проработать литературу, Подготовить отчёт по лабораторной работе	Оформлен. отчёт по лабораторн. работе
	Всего	117	18	-	72	27			

Рейтинг-план дисциплины  
Процессы и аппараты химической технологии  
(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)  
Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

курс I, семестр 2

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
Допуски к лабораторным работам	5	5	0	25
<b>Рубежный контроль</b>				
Контрольная работа	25	1	0	25
<b>Всего</b>				<b>50</b>
<b>Модуль 2</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
Домашние задания (оформление лабораторных работ)	5	5	0	25
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Тестовые задания	25	1	0	25
<b>Всего</b>				<b>50</b>
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Студенческая олимпиада			0	5
2. Публикация статей			0	3
3. Участие в конференции			0	2
<b>Всего</b>				<b>10</b>
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				

1. Посещение лекционных занятий			<b>0</b>	<b>-6</b>
2. Посещение лабораторных занятий			<b>0</b>	<b>-10</b>
<b>Итоговый контроль</b>				
1. Зачёт			0	00

курс 2, семестр 3

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
Допуски к лабораторным работам	4	5	0	20
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Тестовые задания	15	1	0	15
<b>Всего</b>				<b>35</b>
<b>Модуль 2</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
Домашние задания (оформление лабораторных работ)	4	5	0	20
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Тестовые задания	15	1	0	15
<b>Всего</b>				<b>35</b>
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Студенческая олимпиада			0	5
2. Публикация статей			0	3
3. Участие в конференции			0	2
<b>Всего</b>				<b>10</b>

<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
3. Посещение лекционных занятий			<b>0</b>	<b>-6</b>
4. Посещение лабораторных занятий			<b>0</b>	<b>-10</b>
<b>Итоговый контроль</b>				
1. Экзамен			0	30