

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

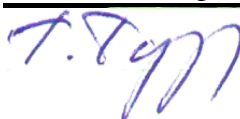
Утверждено  
на заседании кафедры  
Протокол № 11 от «5» июня 2019 г.

Зав. кафедрой



Е.И. Кулиш

Согласовано  
Председатель УМК  
химического факультета



Г.Г. Гарифуллина

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Дисциплина Химическая технология

Обязательная часть

**программа бакалавриата**

Направление подготовки  
04.03.01 Химия

Направленность (профиль) подготовки  
Физическая химия  
Органическая и биоорганическая химия  
Аналитическая химия

Квалификация  
Бакалавр

Разработчик (составитель) <u>К.х.н., доцент Базунова М.В.</u> (должность, ученая степень, ученое звание)	_____ (подпись, Фамилия И.О.)
--	----------------------------------

Для приёма: 2019 г.

Уфа 2019

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

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры ВМС и ОХТ протокол № 11 от «5» июня 2019 г

Заведующий кафедрой



\_\_\_/Кулиш Е.И./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О./

## 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.....	5
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 и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине .....	7
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине .....	12
Рейтинг-план дисциплины .....	14
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	22
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	22
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины .....	23
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	23

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

(с ориентацией на карты компетенций)

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

Категория (группа) компетенций <sup>1</sup> (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные навыки	<b>ОПК-1</b> Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	<b>ОПК-1.1.</b> Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	Знать: теоретические основы базовых химических дисциплин Уметь: решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам Владеть: навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам
		<b>ОПК-1.2.</b> Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	Уметь: выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин
		<b>ОПК-1.3.</b> Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	Уметь: выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин
Общепрофессиональные навыки	<b>ОПК-2</b> Способен проводить химический эксперимент с соблюдением современного оборудова-	<b>ОПК-2.1.</b> Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила об-

<sup>1</sup> Указывается только для УК и ОПК (при наличии).

	ния, соблюдая нормы техники безопасности		работки и оформления результатов работы, нормы ТБ
		<b>ОПК-2.2.</b> Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик	Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ Уметь: проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам Владеть базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов
		<b>ОПК-2.3.</b> Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе	Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ Уметь: проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам
		<b>ОПК-2.4.</b> Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования	Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ

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

Дисциплина «Химическая технология» относится к обязательной части.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

Цели изучения дисциплины: обеспечение понимания выпускником университета многоуровневого и многокритериального характера задач создания новых технологий, предоставление ему знаний и навыков, необходимых для грамотного отыскания точек приложения новых научных результатов, а также экспертизы технологических решений на основе универсальных критериев, вытекающих из фундаментальных законов природы.

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

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Код и формулировка компетенции **ОПК-1** Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
<b>ОПК-1.1.</b> Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	Знать: теоретические основы базовых химических дисциплин	Затрудняется в определении базовых понятий и формулировке основных законов химии	Имеет представление о содержании отдельных химических дисциплин, знает терминологию, основные законы химии, но допускает неточности в формулировках	Имеет представление о содержании основных учебных курсов по химии, знает терминологию, основные законы и понимает сущность общих закономерностей, изучаемых в рамках базовых химических дисциплин	Имеет четкое, целостное представление о содержании основных химических курсов и общих закономерностях химических процессов, изучаемых в рамках основных химических дисциплин
	Уметь: решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам	Не умеет	Умеет решать типовые задачи из базовых курсов химии	Умеет решать комбинированные задачи из базовых курсов химии	Умеет решать задачи повышенной сложности из базовых курсов химии
	Владеть: навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам	Не владеет	Владеет навыками воспроизведения освоенного учебного материала по основным химическим дисциплинам	Владеет навыками самостоятельного изучения отдельных разделов учебной литературы по основным химическим дисциплинам и об-	Владеет навыками критического анализа учебной информации по основным разделам химии, формулировки выводов и участия в дискуссии по

				суждения освоенного материала	учебным вопросам
<b>ОПК-1.2.</b> Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	Уметь: выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин	Не умеет	Умеет интерпретировать результаты относительно простых химических процессов с использованием общих представлений и закономерностей, изучаемых в рамках базовых химических дисциплин	Умеет составлять схемы процессов с использованием знаний основных химических дисциплин, но допускает отдельные неточности при формулировке условий осуществления таких процессов	Умеет прогнозировать результаты несложных последовательностей химических реакций с учетом общих закономерностей процессов, изучаемых в рамках основных химических дисциплин
<b>ОПК-1.3.</b> Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	Уметь: выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин	Не умеет	Умеет интерпретировать результаты относительно простых химических процессов с использованием общих представлений и закономерностей, изучаемых в рамках базовых химических дисциплин	Умеет составлять схемы процессов с использованием знаний основных химических дисциплин, но допускает отдельные неточности при формулировке условий осуществления таких процессов	Умеет прогнозировать результаты несложных последовательностей химических реакций с учетом общих закономерностей процессов, изучаемых в рамках основных химических дисциплин

Код и формулировка компетенции **ОПК-2** Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием

Код и наименование индикатора достижения	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения		
		2	3 («Удовлетворитель-»)	4 («Хорошо»)



ния компетенции		(«Не удовлетворительно»)	но»)		
<b>ОПК-2.1.</b> Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	Затрудняется в определении базовых понятий и формулировке основных законов химии	Имеет представление о содержании отдельных химических дисциплин, знает терминологию, основные законы химии, но допускает неточности в формулировках	Имеет представление о содержании основных учебных курсов по химии, знает терминологию, основные законы и понимает сущность общих закономерностей, изучаемых в рамках базовых химических дисциплин	Имеет четкое, целостное представление о содержании основных химических курсов и общих закономерностях химических процессов, изучаемых в рамках основных химических дисциплин
<b>ОПК-2.2.</b> Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик	Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	Не умеет	Умеет интерпретировать результаты относительно простых химических процессов с использованием общих представлений и закономерностей, изучаемых в рамках базовых химических дисциплин	Умеет составлять схемы процессов с использованием знаний основных химических дисциплин, но допускает отдельные неточности при формулировке условий осуществления таких процессов	Умеет прогнозировать результаты несложных последовательностей химических реакций с учетом общих закономерностей процессов, изучаемых в рамках основных химических дисциплин
	Уметь: проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам	Не умеет	Умеет проводить одно- и двухстадийный синтез по предлагаемой методике с выходом целевого продукта менее 50% от заявленного в методике; анализ полученного вещества одним из стандартных методов. Допускает отдельные ошибки при оформле-	Умеет проводить одно- и двухстадийный синтез по предлагаемой методике с выходом целевого продукта более 50% от заявленного; идентификацию и исследование свойств полученных веществ и материа-	Умеет выполнять демонстративные опыты по химии; одно- и двухстадийный синтез по предлагаемой методике с выходом целевого продукта согласно заявленному в методике; проводить комплексный анализ и исследова-

			нии протокола эксперимента	лов. Умеет оформлять результаты эксперимента с небольшим количеством замечаний	ние свойств полученных веществ и материалов. Умеет оформлять результаты эксперимента в соответствии с заявленными требованиями
	Владеть: базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов	Не владеет	Владеет базовыми навыками синтеза, идентификации и изучения свойств несложных веществ	Владеет навыками синтеза, идентификации и изучения свойств отдельных классов веществ (материалов), правильного протоколирования опытов	Владеет навыками синтеза, идентификации и изучения свойств веществ и материалов, правильного протоколирования опытов
<b>ОПК-2.3.</b> Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе	Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	Затрудняется в выборе метода получения, идентификации и исследования свойств указанного вещества, не знает требований к оформлению результатов эксперимента и норм ТБ	Имеет общее представление о методах получения, идентификации и исследования свойств отдельных классов веществ, правилах безопасного обращения с ними и способах представления результатов эксперимента	Знает стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств различных групп веществ и материалов; правила ТБ при работе с ними, основные требования к оформлению результатов эксперимента, но допускает отдельные неточности	Знает стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств различных групп веществ и материалов; правила техники безопасности при работе с ними, основные требования к оформлению результатов эксперимента
	Уметь: проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам	Не умеет	Умеет проводить одно- и двухстадийный синтез по предлагаемой методике с выходом целевого продукта менее 50%	Умеет проводить одно- и двухстадийный синтез по предлагаемой методике с выходом целевого	Умеет выполнять демонстративные опыты по химии; одно- и двухстадийный синтез по предлагаемой

			от заявленного в методике; анализ полученного вещества одним из стандартных методов. Допускает отдельные ошибки при оформлении протокола эксперимента	продукта более 50% от заявленного; идентификацию и исследование свойств полученных веществ и материалов. Умеет оформлять результаты эксперимента с небольшим количеством замечаний	методике с выходом целевого продукта согласно заявленному в методике; проводить комплексный анализ и исследование свойств полученных веществ и материалов. Умеет оформлять результаты эксперимента в соответствии с заявленными требованиями
<b>ОПК-2.4.</b> Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования	Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	Затрудняется в выборе метода получения, идентификации и исследования свойств указанного вещества, не знает требований к оформлению результатов эксперимента и норм ТБ	Имеет общее представление о методах получения, идентификации и исследования свойств отдельных классов веществ, правилах безопасного обращения с ними и способах представления результатов эксперимента	Знает стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств различных групп веществ и материалов; правила ТБ при работе с ними, основные требования к оформлению результатов эксперимента, но допускает отдельные неточности	Знает стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств различных групп веществ и материалов; правила техники безопасности при работе с ними, основные требования к оформлению результатов эксперимента

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине**

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
<p><b>ОПК-1.1.</b> Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов</p>	<p>Знать: теоретические основы базовых химических дисциплин                      Уметь: решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам                      Владеть: навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам</p>	<p>Допуск к лабораторной работе, оформленный отчет по лабораторной работе, тесты</p>
<p><b>ОПК-1.2.</b> Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии</p>	<p>Уметь: выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин</p>	<p>Допуск к лабораторной работе, оформленный отчет по лабораторной работе, тесты</p>
<p><b>ОПК-1.3.</b> Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности</p>	<p>Уметь: выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин</p>	<p>Допуск к лабораторной работе, оформленный отчет по лабораторной работе, тесты</p>
<p><b>ОПК-2.1.</b> Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности</p>	<p>Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ</p>	<p>Допуск к лабораторной работе, оформленный отчет по лабораторной работе, тесты</p>

<p><b>ОПК-2.2.</b> Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик</p>	<p>Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ Уметь: проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам Владеть базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов</p>	<p>Допуск к лабораторной работе, оформленный отчёт по лабораторной работе, тесты</p>
<p><b>ОПК-2.3.</b> Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе</p>	<p>Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ Уметь: проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам</p>	<p>Допуск к лабораторной работе, оформленный отчёт по лабораторной работе, тесты</p>
<p><b>ОПК-2.4.</b> Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования</p>	<p>Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ</p>	<p>Допуск к лабораторной работе, оформленный отчёт по лабораторной работе, тесты</p>

Критериями оценивания при *модульно-рейтинговой системе* 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».

## *Рейтинг-план дисциплины*

### Химическая технология

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

Направление подготовки 04.03.01 Химия

курс III, семестр 6

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Допуски к лабораторным работам)	3	4	0	12
2. Домашние задания (оформление отчётов по лабораторным работам)	2	4	0	8
<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>				
1. Допуски к лабораторным работам)	3	4	0	12
2. Домашние задания (оформление отчётов по лабораторным работам)	2	4	0	8
<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>				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение лабораторных занятий			0	-10
<b>Итоговый контроль</b>				
1. Экзамен			0	30

Образец билета  
Миниобрнауки России  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образо-  
вания  
«Башкирский государственный университет»

Факультет Химический  
Кафедра ВМС и ОХТ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1  
по дисциплине Химическая технология  
Направление/Специальность 04.03.01 Химия

1. Гидравлика. Гидростатика. Понятие давления, среднее давление. Принцип статики. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Анализ и интегрирование дифференциальных уравнений равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики, физический смысл входящих в уравнение величин.
2. Нагревающие агенты, их теплофизические свойства, преимущества и недостатки, ограничения в их применении.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_(Е.И. Кулиш)

(подпись)

(Ф.И.О.)

**Вопросы к экзамену по курсу «Химическая технология»  
6 семестр**

1. Предмет химической технологии. Классификация процессов химтехнологии.
2. Виды и ресурсы сырья. Комплексное использование сырья.
3. Значение воды в химической промышленности. Виды природных вод. Качество воды. Промышленная водоподготовка. Обратное водоснабжение.
4. Гидростатика. Понятие давления. Способы выражения давления. Приборы для измерения давления: пьезометры, манометры, вакуумметры. Принцип статики. Вывод дифференциальных уравнений равновесия Эйлера. Анализ и интегрирование дифференциальных уравнений равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики, физический смысл входящих в уравнение величин.
5. Закон Паскаля, его вывод из основного уравнения гидростатики, формулировка. Следствие из закона Паскаля и приложения: уравнивающие стекла, гидропрессы.
6. 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. Уравнение Бернулли для реальных жидкостей.
7. Установившееся движение жидкости. Неразрывность потока, вывод дифференциальных уравнений неразрывности потока и интегрирование.
8. 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.
9. 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.
  10. Типы сужающих устройств: мерная диафрагма, сопло, труба Вентури. Их преимущества и недостатки. Определение скорости потока с помощью мерной диафрагмы. Вывод уравнения для расчета максимальной скорости потока, средняя скорость движения.
  11. Гидромеханические процессы. Типы неоднородных систем. Перечислить основные методы разделения неоднородных систем. Осаждение. Отстаивание твердых частиц в жидкой среде. Аппаратура для отстаивания. Силы, действующие на твердую частицу, находящуюся в неподвижном состоянии и при движении. Вывод закона Стокса. Влияние диаметра твердой частицы на скорость осаждения.
  12. Фильтрация. Движущая сила и сопротивление фильтрации. 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.
  13. Разделение гетерогенных систем в поле центробежных сил. Центробежная сила и фактор разделения. Принцип действия центрифуги фильтрующего типа.
  14. Тепловые процессы. Движущая сила и три элементарных способа распространения тепла. Тепловые балансы. Основное уравнение теплопередачи. Физический смысл общего коэффициента теплопередачи. Теплопередача через плоскую стенку при постоянной температуре обоих теплоносителей. Вывод уравнения, связующего коэффициент «К» с коэффициентами « $\alpha_1$ », « $\alpha_2$ », « $\lambda$ ». Значение «К» в частных случаях теплопередачи, когда: а)  $\lambda \gg \alpha_1$ ;  $\lambda \gg \alpha_2$ ; б)  $\lambda \gg \alpha_1$ ;  $\lambda \gg \alpha_2$ ;  $\alpha_1 \gg \alpha_2$ .
  15. Нагревающие агенты, их теплофизические свойства, преимущества и недостатки. Охлаждающие агенты, их теплофизические свойства, преимущества и недостатки.
  16. Теплообменники, их типы, устройство, преимущества и недостатки. Способы компенсации неравномерного расширения трубного и межтрубного пространства кожухотрубных теплообменников.
  17. Массообменные процессы, их виды. Правило фаз Гиббса. Фазовое равновесие и линии равновесия. Материальный баланс и уравнение рабочей линии верхней и нижней части аппарата, работающего при противотоке фаз. Движущая сила массообменных процессов и направление переноса вещества из фазы в фазу.
  18. Перегонка жидкостей, её сущность. Простая перегонка, определение. Равновесие между фазами. Перегонка бинарной смеси на диаграмме: температура - состав пара – состав - жидкости и на диаграмме: состав жидкости - состав пара. Недостатки простой перегонки. Перегонка под вакуумом, с водяным паром, с инертным газом, какие условия при этом изменяются.
  19. Ректификация. Сходства и различия с простой перегонкой. Сущность ректификации. Принципиальная схема установки ректификации непрерывного действия. Основные потоки, терминология. Материальный баланс колонны ректификации и вывод уравнения рабочей линии укрепляющей и исчерпывающей части колонны непрерывного действия. Построение рабочих линий на диаграмме «у-х» и графический метод нахождения числа теоретических тарелок колонны. Флегмовое число. Расчет минимального и рабочего флегмового числа.
  20. Колонна ректификации периодического действия. Режимы работы колонны: а) при постоянном флегмовом числе; б) при постоянном составе дистиллята.
  21. Устройство различных типов колонн: насадочных, тарельчатых (ситчатого, колпачкового и клапанного типа). Преимущества и недостатки различных типов колонн.
  1. Физико-химические закономерности в химической технологии. Основные показатели химико-технологического процесса: степень превращения, селективность, выход про-



- дукта на пропущенное, разложенное сырье. Связь между ними. Производительность и интенсивность. Формулировка основной задачи химической технологии.
2. Равновесие в технологических процессах. Рассмотрение влияния условий проведения реакции на равновесие на качественном уровне на основе принципа Ле-Шателье. Рассмотрение влияния условий реакции на равновесие на количественном уровне. Константа равновесия. Изобара Вант-Гоффа.
  3. Кинетика в химической технологии. Уравнение скорости реакции. Факторы, определяющие скорости гомогенно и гетерогенно протекающих реакций. Роль концентрации реагентов, температуры, давления, обновления поверхности контакта реагирующих фаз и других физико-химических факторов на течение химико-технологического процесса. Технологические приемы ускорения реакций.
  4. Катализ. Типы контактных реакторов. Основные стадии гетерогенно-каталитических процессов. Основные эксплуатационные требования к катализаторам.
  5. Химические реакторы. Классификация и характеристика промышленных реакторов и основные требования, предъявляемые к ним. Реакторы с различными режимами движения: реактор периодического и непрерывного действия, реакторы идеального смешения и полного вытеснения. Реакторы с различным тепловым режимом.
  6. Схемы производства. Операционная и технологическая схемы производства, открытая и циркуляционная схемы. Условные обозначения аппаратов и машин.
  7. Значение азота в живой природе. Проблемы фиксации атмосферного азота: дуговой метод, цианамидный метод. Получение азота и кислорода разделением воздуха. Получение и очистка азотоводородной смеси.
  8. Теоретические основы синтеза аммиака. Термохимическое уравнение реакции синтеза аммиака. Основная задача химической технологии. Термодинамика на качественном уровне. Принцип Ле-Шателье. Термодинамика на количественном уровне. Изобара Вант-Гоффа. Влияние температуры, давления, чистоты азотоводородной смеси на равновесие. Кинетика, формальное уравнение скорости реакции в отсутствие катализатора, суммарный порядок по реагентам. Истинная кинетика в присутствии катализатора, порядок по реагентам. Выбор условий реакции исходя из требований термодинамики и кинетики и аппарата для проведения реакции. Схема производства. Выход аммиака от теоретически возможного: почему он отличается от 100% - ного.
  9. Виды азотной кислоты, её применение. Физические и химические свойства. Способы получения концентрированной азотной кислоты.
  10. Первая стадия процесса получения разбавленной азотной кислоты: окисление аммиака. Разные направления протекания реакции, термохимия. Термодинамика. Кинетика. Формальное уравнение скорости реакции, суммарный порядок по реагентам. Истинная кинетика в присутствии катализатора, суммарный порядок по реагентам. Анализ истинного кинетического уравнения. Реактор окисления. Катализаторы. Тип реактора: адиабатический – изотермический; вытеснения – смешения; периодический – непрерывный. Вторая стадия: окисление окиси азота до двуокиси. Термодинамика качественно. Способы смещения равновесия. Термодинамика окисления окиси азота до двуокиси на количественном уровне. Кинетика, механизм. Анализ кинетического уравнения. Почему при снижении температуры от +10°C до -130°C скорость реакции повышается, а при снижении температуры от -130°C до -150°C скорость реакции понижается? Третья стадия: абсорбция двуокиси азота водой. Почему при атмосферном давлении получается разбавленная HNO<sub>3</sub>? Схема получения разбавленной азотной кислоты. Почему схема открытая, без рециркуляции?
  11. Физические и химические свойства серной кислоты. Почему товарные сорта серной кислоты содержат основного вещества 76,5%; 92,5%; 98,5%; H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>? Области применения серной кислоты. Виды сырья для производства серной кислоты, их преимущества и недостатки.
  12. Нитрозный способ получения серной кислоты. Уравнения реакций. Аппаратурное оформление.

13. Контактный способ получения серной кислоты. Обжиг серного колчедана. Уравнения реакции по стадиям. Термохимия. Кинетика. Способы интенсификации обжига. Типы печей обжига, их преимущества и недостатки. Окисление двуокиси серы. Термохимическое уравнение реакции. Термодинамика качественно. Принцип Ле-Шателье. Термодинамика количественно. Кинетика формальная, суммарный порядок по реагентам. Истинная кинетика в присутствии катализатора, суммарный порядок по реагентам. Состав катализатора. Анализ истинного кинетического уравнения. Тип реактора окисления: адиабатический – изотермический; вытеснения – смешения; непрерывный – периодический. Абсорбция серного ангидрида 98,3%-ной серной кислотой. Почему в качестве абсорбента нельзя использовать менее концентрированную кислоту или воду? Схема производства.
14. Основные виды сырья для нефтехимического и органического синтеза. Химическая переработка топлива. Газификация топлива. Гидрирование (ожижение) твёрдого топлива. Коксование каменного угля.
15. Переработка нефти. Элементный и групповой химический состав нефтей. Фракционный состав нефтей. Подготовка нефти к переработке. Первичная переработка нефти. Установка ЭЛОУ-АВТ. Эксплуатационные свойства нефтепродуктов. Детонационная стойкость, октановое число.
16. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ТЕРМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТЯНОГО СЫРЬЯ. Термический крекинг нефтяных фракций. Назначение, сырьё. Химические основы процесса. Реакции основных групп углеводородов. Механизм термического крекинга парафинов. Теория Райса на примере крекинга н-бутана. Основные продукты термического крекинга. Основная аппаратура, технологическая схема.
17. Коксование нефтепродуктов. Типы установок коксования, назначение. Установка непрерывного контактного коксования.
18. Основы пиролиза: назначение процесса, сырьё, целевые продукты, основные параметры процесса.
19. Каталитический крекинг нефтяных фракций. Назначение. Реакции основных групп углеводородов, первичные и вторичные реакции. Ионный механизм каталитического крекинга. Катализаторы. Сырьё, основные продукты крекинга. Блок реактор-регенератор с движущимся шариковым катализатором и с «кипящим слоем» катализатора. Принципиальная схема каталитического крекинга с «кипящим слоем» катализатора. Выход бензина автомобильного, авиационного.
20. Процессы дегидрирования и гидрирования. Дегидрирование н-бутана. Основная и побочные реакции. Формулировка основной задачи химической технологии. Анализ особенностей термодинамики реакции на качественном и количественном уровне. Кинетика процесса. Выбор реактора, приемы подвода тепла в зону реакции. Необходимость применения реакционного устройства непрерывного действия и использование техники «кипящего слоя» катализатора. Работа реакционно-регенерационного блока. Проблема разделения контактного газа, выходящего из реактора. Составление технологической схемы производства. Основные показатели процесса: выход на пропущенное и разложенное сырьё.
21. Дегидрирование н-бутилена до дивинила. Термохимическое уравнение. Термодинамика на качественном и количественном уровне. Кинетика. Основная и побочные реакции, способы подавления побочных реакций. Способы увеличения скорости основной реакции. Проблема разделения контактного газа, выходящего из реактора. Аппаратурное оформление процесса. Технологическая схема производства, основные показатели процесса: выход на пропущенное и разложенное сырьё.
22. Дегидрирование циклогексана. Особенности дегидрирования 6-членных цикланов, и их отличие от дегидрирования парафинов. Почему при проведении реакции в присутствии металлов Ni, Pt в продуктах реакции отсутствуют циклогексен и циклогексадиен: термодинамическое и кинетическое объяснение эффекта. Механизм дегидрирования на Pt.

- Применение дегидрогенизационного катализа шестичленных циклов в промышленности и в лабораторной практике.
23. Теоретические основы каталитического риформинга. Назначение, сырьё риформинга. Целевые продукты, их характеристика. Химизм и термодинамика процесса. Катализаторы риформинга и механизм их каталитического действия. Основы управления процессом. Промышленные установки каталитического риформинга
  24. Получение дивинила из этилового спирта. Цепочка основных превращений. Побочные реакции. Лимитирующая стадия основной цепочки превращений. Дегидрирование спирта. Основная задача химтехнологии. Термодинамика качественного на основе принципа Ле-Шателье, количественного. Кинетика процесса, пути увеличения скорости превращения. Насколько необходимо очищать возвратный спирт от воды, диэтилового эфира и уксусного альдегида. Выбор реакционного устройства. Схема производства. Показатели процесса.
  25. Процессы окисления. Значение реакций окисления в основном органическом синтезе. Реакции полного и неполного окисления. Классификация реакций неполного окисления.
  26. Получение фенола кумольным методом. Окисление кумола. Механизм реакции. Автоокисление, инициированное окисление. Кинетика процесса. Способы увеличения скорости реакции. Требования к чистоте кумола. Тип аппарата для проведения реакции окисления кумола. Кислотное расщепление гидроперокси кумола, механизм, кинетика реакции. Реакционное устройство, способ отвода тепла из зоны реакции. Технологическая схема получения ацетона и фенола кумольным способом. Преимущества получения фенола кумольным методом по сравнению с сульфонатным методом. Способы получения фенола и их недостатки.
  27. Процессы этерификации, гидролиза, гидратации, дегидратации. Прямая гидратация этилена. Термохимия. Термодинамика качественно, количественно. Выразить мольные доли исходных реагентов и продукты реакции через одно неизвестное  $x_p$  и связать  $x_p$  с давлением в системе. Кинетика и механизм реакции. Способы увеличения скорости реакции аппаратное оформление реакции. Принципиальная схема производства. Отличие в составе технического спирта и спирта ректификата. Способы очистки технического спирта. Сравнение методов прямой и сернокислотной гидратации этилена.
  28. Синтезы из окиси углерода и водорода. Направления реакции, промышленное применение. Синтез метанола. Термохимия. Термодинамика качественно и количественно. Кинетика. Формальное уравнение скорости реакции, суммарный порядок по реагентам. Истинная кинетика в присутствии катализатора. Лимитирующая стадия процесса. Пути увеличения скорости реакции. Выбор реакционного устройства для проведения реакции. Схема производства. Выход метанола на разложенное сырьё.

Критерии оценки (в баллах):

- 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.

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

#### Лабораторная работа №1 «Градуировка реометра»

1. Гидравлика. Гидростатика. Понятие давления. Принцип статики. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера на основе принципа статики. Основное уравнение гидростатики, физический смысл входящих в него величин.

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

3. Гидродинамика. Понятия расход и скорость движения жидкости, их размерность. Дифференциальные уравнения движения Эйлера. Вывод закона Бернулли на основе интегрирования дифференциальных уравнений движения Эйлера. Физический смысл входящих в уравнение Бернулли величин. Уравнение сплошности струи. Уравнение Бернулли для реальных жидкостей.

5. 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.

6. 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.

7. 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.

8. 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.

#### Лабораторная работа № 2 «Тепловые процессы»

1. Теплообмен. Движущая сила теплообмена. Температурный градиент. Тепловые балансы.

2. Основное уравнение теплопередачи. Физический смысл общего коэффициента теплопередачи. Коэффициент теплоотдачи. Теплопередача через плоскую металлическую стенку при постоянной температуре теплоносителей. Вывод уравнения, связывающего коэффициент теплопередачи  $K$  с коэффициентами теплоотдачи  $\alpha_1, \alpha_2$ . Значение коэффициента в частных случаях теплопередачи, когда: а)  $\lambda \gg \alpha_1; \lambda \gg \alpha_2$ ; б)  $\lambda \gg \alpha_1; \lambda \gg \alpha_2; \alpha_1 \gg \alpha_2$ . Средний температурный напор при прямотоке и противотоке.

3. Три элементарных способа распространения тепла: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение.

4. Нагревающие и охлаждающие агенты, их теплофизические свойства, преимущества и недостатки.

5. Теплообменники, их типы, устройство, преимущества и недостатки. Способы компенсации неравномерного расширения трубного и межтрубного пространства теплообменников.

#### **Критерии оценки (в баллах):**

- 3 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;

- 2 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 принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос.

- 1 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.

#### **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 балл выставляется студенту, если студент допустил ошибки в оформлении отчёта о лабораторной работе и в расчётах;

- 2 балла выставляется студенту, если студент оформил отчёт по форме и не допущено ошибок в расчётах и содержании;

#### **Примеры тестовых заданий**

Тестовые задания по дисциплине «Химическая технология»  
направление 04.03.01 - Химия

для студентов 3 курса химического факультета (5 семестр)

составитель: доц. кафедры ВМС и ОХТ Бабунова М.В.

29. 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.

$$z + \frac{P}{\gamma} = \text{const}$$

30. В основном уравнении гидростатики  $\gamma$  символом  $z$  обозначается:

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

3. Выход продукта – это...

- а) отношение реально полученного количества продукта к максимально возможному его количеству, которое могло бы быть получено при данных условиях осуществления химической реакции;
- б) доля исходного реагента, использованного на химическую реакцию;
- в) отношение количества исходного реагента, расходуемого на целевую реакцию, к общему количеству исходного реагента, пошедшего на все реакции (и целевую и побочные);
- г) количество продукта, полученное в единицу времени.

### 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%;

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

Основная литература:

1. Базунова, Марина Викторовна. Химическая технология: учеб. пособие / М. В. Базунова; Башкирский государственный университет. — Уфа: РИЦ БашГУ, 2009-. Ч. 2 : Физико-химические закономерности в химической технологии [Электронный ресурс], 2012. — Электрон. версия печ. публикации. <URL:https://elib.bashedu.ru/dl/read/BazunovaChimTechn2.pdf>.
2. Базунова, Марина Викторовна. Химическая технология: учеб. пособие / М. В. Базунова; Башкирский государственный университет. — Уфа: РИЦ БашГУ, 2009-. Ч. 3 : Важнейшие производства [Электронный ресурс], 2013. — Электрон. версия печ. публикации. — <URL:https://elib.bashedu.ru/dl/read/BazunovaChimTechn3.pdf>.
3. Основы химической технологии : [учеб. для хим.-технол. спец. вузов] / под ред. И. П. Мухленова. — / Изд. 4-е, перераб. и доп. — М. : Высшая школа, 1991. — 463 с. (58 экз)
4. 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)

Дополнительная литература:

1. Основы химической технологии : [учеб. для хим.-технол. спец. вузов] / под ред. И. П. Мухленова. — / Изд. 4-е, перераб. и доп. — М. : Высшая школа, 1991. — 463 с. (58 экз)
2. [Примеры и задачи по тепломассообмену: учебник / под ред. В. С. Логинова - СПб.: Лань, 2011 - 256 с.](#)

### Перечень методических указаний для самостоятельной работы студентов

- 1) Методические указания по выполнению лабораторных работ по курсу «Общая химическая технология, ч.1»: «Массообменные процессы: абсорбция»
- 2) Методические указания по выполнению лабораторных работ по курсу «Общая химическая технология»: «Вода в химической промышленности» (2005 г.).
- 3) Методические указания по курсу «Общая химическая технология»: «Основная задача химической технологии» (2005 г.)
- 4) Методические указания по курсу «Общая химическая технология»: «Сырьё в химической технологии» (2006 г.)
- 5) Методические указания по курсу «Общая химическая технология»: «Лабораторный практикум по общей химической технологии: содержание и порядок проведения.» (2006 г.)
- 6) Методические указания по курсу «Общая химическая технология, ч.1»: «Массообменные процессы: ректификация.» (2007 г.)
- 7) 8) Методические указания по курсу «Общая химическая технология, ч.1»: «Градуировка реометра» (2007 г.).
- 9) Методические указания по курсу «Общая химическая технология, ч.1»: «Тепловые процессы» (2007 г.).
- 12) Гидродинамика реальных жидкостей» (учебно-методическая разработка) Уфа: РИО БашГУ. 2007.
- 13) Нефть. Основы первичной нефтепереработки (учебно-методическая разработка) Уфа: РИЦ Башгу, 2009
- 14) Каталитический риформинг. (учебно-методическая разработка) Уфа: РИЦ Башгу, 2011
- 15) Производство бутадиена-1, 3 каталитическим расщеплением этанола (по С.В. Лебедеву) (учебно-методическая разработка) Уфа: РИЦ Башгу, 2011

### Список сокращений

Лк – лекции, Лб – лабораторные занятия, Ср – самостоятельная работа студентов, Кл - коллоквиум

#### 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
10. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle). Универсальная общественная лицензия GNU

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

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1. учебная аудитория	Аудитория № 405	1. Windows 8 Russian. Windows Profes-

<p>для проведения занятий лекционного типа: аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория № 311 (химфак корпус), аудитория № 310 (химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус).</p> <p><b>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> лаборатория № 121 (химфак корпус), лаборатория № 407 (химфак корпус), лаборатория № 412 (химфак корпус).</p> <p><b>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория № 311 (химфак корпус), аудитория № 310 (химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус).</p> <p><b>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 405 (химфак корпус), аудитория № 311 (химфак корпус), аудитория № 310 (химфак корпус), аудитория № 305 (химфак корпус).</p> <p><b>5. помещения для самостоятельной работы:</b>  читальный зал № 1 (главный корпус), читальный зал № 2 (физмат корпус-учебное), читальный зал № 5 (гуманитарный корпус), читальный зал № 6 (учебный корпус), читальный зал № 7 (гуманитарный корпус), лаборатория № 206 (химфак корпус), лаборатория № 209 (химфак корпус), лаборатория № 419 (химфак корпус).</p> <p><b>6. помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:</b> лаборатория № 013 (химфак корпус).</p>	<p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук, мультимедиа-проектор Mitsubishi XD3200U, экран с электроприводом 300*400см Spectra Classic.</p> <p><b>Аудитория № 311</b>  Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук, проектор Mitsubishi XD 600U, экран с электроприводом Projecta 183*240см Matte white.</p> <p><b>Аудитория № 310</b>  Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183.</p> <p><b>Аудитория № 305</b>  Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, ноутбук, мультимедиа-проектор Mitsubishi EW230ST, экран настенный Classic Norma 244*183.</p> <p><b>Лаборатория № 121</b>  Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, набор химической посуды, комплект мебели ВНР, аквадистиллятор, доска аудиторная ДА (32)З, 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><b>Лаборатория № 407</b>  Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, набор химической посуды, прибор, установка.</p> <p><b>Лаборатория № 412</b>  Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, набор химической посуды, газометр</p> <p><b>Читальный зал № 1</b>  Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт., 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., 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></p>	<p>sional 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>3. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle). Универсальная общественная лицензия GNU</p> <p>4. Linux OpenSUSE 12.3 (x84_64) GNU General Public License</p>
--	---	---



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, мешалка магнитная с подогревом ПЭ-6110М, микроскоп, многофункциональное устройство KyoceraFS-1030MFP, ноутбук HP Pavilion, проектор BenQMP612C, ноутбук HP 6820sT2370 17 WXGA, монитор 19" Samsung 931BWSFVTFT,системный блок IntelCore в комплекте, память NransTS 4G, стул ИСО/черн/ (6шт.), ноутбук ASUSK52JE 15.6"/IntelCorei3 370 M/DVD-RW/CAM/WiFi/Win7BASIC.

**Лаборатория № 209**

Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, компьютер в составе: системный блок DEPO 460MD/3-540/T500G/DVD-RW, монитор 20" Samsung, многофункциональное устройство (принтер/копир/сканер) FS-1030 MFR, принтер лазерный монохромный Samsung ML-3310D, брифинг приставка, кресло «Престиж», тумбочка мобильная, стул "Престиж", стол письм., стол письм., стул ИСО

**Лаборатория № 419**

Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, многофункциональное устройство HP Laser, планшетный компьютер Apple iPad 64 GB Wi-Fi +3G Черный A4-1.00ГГц,64ГБ с чехлом, копировальный аппарат, копировальный аппарат

**Лаборатория № 013**

Комплект мебели ВНР, весы GR-120 (120г\*0,1мг) внутр. калибровка, с поверкой, центрифуга ОПН-8, многофункциональное устройство HPLaserJetM1536 DNFМFP (CE538A)128mb, электроплитка

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Химическая технология на 6 семестр  
(наименование дисциплины)

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	<b>5/180</b>
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	<b>145,7</b>
лекций	<b>32</b>
практических/ семинарских лабораторных	<b>112</b>
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	<b>1,7</b>
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	<b>8,5</b>
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	<b>25,8</b>

**Форма(ы) контроля:**  
экзамен 6 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/СЕ М	ЛР	СРС			
	<b>Раздел I. Теоретические основы химико-технологических процессов.</b>								
1	<b>Тема 1.1. Теоретические основы химико-технологических процессов.</b> Введение. Роль и масштабы использования химических процессов в различных сферах материального производства. Сырьевая и энергетическая база химических производств. Тенденции развития техносферы и возрастающее значение проблем ресурсо- и энергосбережения, обеспечения безопасности химических производств, защиты окружающей среды.	4	4				Л 1-4, 8, 14, 20 Методичка 4	тест	
2	<b>Тема 1. 2. Вода в химической промышленности</b> Основные направления использования воды в химической промышленности. Рациональное использование водных ресурсов в химической промышленности. Виды природных вод.	2	2				Л 4, 8, 14, 20 Методички 2, 7	тест	

	Показатели качества воды. Жёсткость воды и методы её уменьшения. Ионно-обменная очистка воды. Промышленная водоподготовка.								
3	<b>Тема 1.3. Структура химико-технологических систем.</b> Химическое производство как сложная система. Основные этапы создания химико-технологических систем (ХТС); принципы и общая стратегия системного подхода. Структурная иерархия технологических систем: молекулярные процессы – макрокинетика – аппараты – производства – глобальные проблемы развития техносферы.	2	2				Л 1-4, 13, 14, 20		Допуски к лабораторным работам
4	<b>Тема 1.4. Основные показатели химико-технологического процесса</b> Классификация процессов химической технологии. Фундаментальные критерии эффективности использования сырья и энергоресурсов в ХТП. Показатели расхода различных видов сырья; относительный выход продукта. Критерии интенсивности ХТП. Понятия: степень превращения, конверсия, селективность. Производительность и интенсивность.	2	2				Л 1-4, 13, 14	Методичка 3	Допуски к лабораторным работам
5	<b>Тема 1.5. Гидростатика</b> Гидравлика. Гидростатика. Понятие давления. Принцип статики. Вывод дифференциальных уравнений равновесия Эйлера	4	4				Л 5, 6, 7, 11, 12	Методичка 7	Допуски к лабораторным работам

	<p>на основе принципа статики. Основное уравнение гидростатики, физический смысл входящих в него величин.</p> <p>Закон Паскаля. Принцип сообщающихся сосудов. Применение закона Паскаля и следствия из него: манометры, пьезометры, водомерные стёкла. Гидропрессы.</p>								
7	<p><b>Тема 1.6. Гидродинамика.</b> 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. Уравнение сплошности струи.</p> <p>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.</p> <p>Измерение скорости движения потока и расхода жидкости с помощью гидродинамических труб.</p> <p>Типы сужающих устройств: мерная диафрагма, сопло, труба Вентури. Определение напора до и после</p>	4	4				Л 5, 6, 7, 11, 12	Методички 7,8	Допуски к лабораторным работам

	сужающего устройства с помощью дифманометра. Определение скорости потока с помощью мерной диафрагмы.								
8	Лабораторная работа № 1: Градуировка реометра	30			30		Л 1	Методички 7,8	Оформлен. отчёт по лабораторн. работе
9	<p><b>Тема 1.7. Тепловые процессы.</b> Теплообмен. Движущая сила теплообмена. Температурный градиент. Тепловые балансы. Основное уравнение теплопередачи. Физический смысл общего коэффициента теплопередачи. Коэффициент теплоотдачи. Теплопередача через плоскую металлическую стенку при постоянной температуре теплоносителей. Средний температурный напор при прямотоке и противотоке. Три элементарных способа распространения тепла: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение.</p> <p>Аппаратура для теплообмена. Нагревающие и охлаждающие агенты, их теплофизические свойства. Теплообменники, их типы, устройство, преимущества и недостатки. Способы компенсации неравномерного расширения трубного и межтрубного пространства теплообменников.</p>	1	1				Л 5, 6, 7, 11, 12	Методичка 9	Допуски к лабораторным работам, тест
10	Лабораторная работа № 2: Экспериментальное определение коэффициента теплопередачи	18			18		Л 1	Методичка 9	Оформлен. отчёт по лабораторн. работе

11	<p><b>Тема 1.8. Массообменные процессы.</b> Массообменные процессы, виды процессов массопередачи. Правило фаз. Фазовое равновесие. Линия равновесия. Материальный баланс. Рабочая линия. Направление массопередачи. Движущая сила массопередачи, средняя движущая сила массопередачи. Понятие теоретической тарелки, определение числа теоретических ступеней графическим методом.</p> <p>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. Недостатки простой перегонки. Перегонка под вакуумом, с водяным паром, с инертным газом, какие условия при этом изменяются.</p> <p>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. Флегмовое число. Расчет минимального и рабочего флегмового числа.</p> <p>Периодическая ректификация. Режимы работы колонны: а) при постоян-</p>	4	2			2	Л 1, 5, 6, 7, 11, 12	Методики 6,1,7	Допуски к лабораторным работам, тест
----	--	---	---	--	--	---	----------------------	----------------	--------------------------------------

	<p>ном флегмовом числе; б) при постоянном составе дистиллята.</p> <p>Устройство различных типов колонн: насадочных, тарельчатых (ситчатого, колпачкового и клапанного типа). Преимущества и недостатки различных типов колонн.</p> <p>Основы ректификации многокомпонентных смесей.</p> <p>Абсорбция. Равновесие при абсорбции. Материальный баланс процесса абсорбции. Скорость абсорбции. Связь коэффициента массопередачи с коэффициентами массоотдачи. Устройство различных типов абсорберов: поверхностные, пленочные, насадочные, тарельчатые, распыливающие.</p> <p>Области применения различных методов разделения смесей веществ.</p>								
12	Лабораторная работа № 3: Определение эффективности работы колонны ректификации периодического действия	18			18		Л 1	Методичка 6	Оформлен. отчёт по лабораторн. работе
13	Лабораторная работа № 4: Анализ газовой смеси на химическом ручном газоанализаторе	18			18		Л 1	Методичка 1	Оформлен. отчёт по лабораторн. работе
	<b>Раздел II. Физико-химические закономерности в химической технологии</b>								
14	<b>Тема 2.1. Физико-химические закономерности в химической технологии</b>	3	1			2	Л 4, 5- 20	Л 7	Допуски к лабораторным работам
15	<b>Тема 2.2. Химические реакторы. Ос-</b>	2	2				Л 4, 14,		Допуски к ла-



	<p>новные типы химических реакторов; основные требования, предъявляемые к ним, примеры их использования в технологии важнейших химических продуктов. Реакторы с различными режимами движения: реактор периодического и непрерывного действия, реакторы идеального смешения и полного вытеснения. Реакторы с различным тепловым движением. Принципы построения многоуровневых математических моделей процессов в гетерогенных каталитических реакторах. Кинетические модели химических реакций. Диффузионно-кинетические режимы протекания реакции в пористой грануле катализатора. Изменение наблюдаемого кинетического порядка реакции. Факторы, определяющие эффективность использования катализатора. Явление множественности стационарных режимов, области их притяжения и устойчивость (области "зажигания" и "гашения" реакции) на примере экзотермической каталитической реакции. Моделирование проточных реакторов с неподвижным слоем катализатора и реакторов идеального перемешивания. Способы сопряжения химического превращения с процессами разделения продуктов реакции.</p>						17, 20		<p>бораторным работам</p>
16	<p><b>Тема 2.3. Схемы производства.</b> Операционная и технологическая схемы производства, открытая и циркуляционная схемы. Условные обозначения</p>	1				1	Л 4, 14, 17, 20		<p>Допуски к лабораторным работам</p>

	аппаратов и машин.								
17	<b>Тема 2.4. Перспективы развития химической технологии как науки.</b> Развитие новых поколений высокоэффективных химико-технологических процессов, включая каталитические, электрохимические, фотохимические, мембранные.	1				1	Л 9, 10		Допуски к лабораторным работам
18	<b>Раздел III. Типовые химико-технологические процессы производства</b>								
19	<b>Тема 7.1</b> Процессы гидролиза, гидратации, этерификации	1	1				Л 3, 8, 20		Допуски к лабораторным работам
20	<b>Тема 6.2</b> Процессы переработки нефтяного сырья	2,5				2,5	Л 2, 3, 9, 10, 18	Методичка 13	Допуски к лабораторным работам
21	<b>Тема 6.3</b> Получение дивинила по Лебедеву.	1	1				Л 2, 3, 8, 20		Допуски к лабораторным работам
	<b>Тема 6.4</b> Процессы гидрирования и дегидрирования.	1	1				Л 2, 3, 5-20		Допуски к лабораторным работам
22	<b>Тема 6.4</b> Процессы полимеризации и поликонденсации	1	1				Л 3, 8, 20		Допуски к лабораторным работам
23	<b>Тема 6.6</b> Производство аммиака	1	1				Л 3, 5-20		Допуски к лабораторным работам
24	<b>Тема 6.7</b> Производство азотной кислоты	1	1				Л 2, 3, 8, 20		Допуски к лабораторным работам
25	<b>Тема 6.8</b> Производство серной кис-	1	1				Л 2, 3, 8,		Допуски к ла-

	ЛОТЫ						20		бораторным работам
26	Лабораторная работа № 5 «Гидролиз этилацетата»	5			5		Л 15		Оформлен. отчёт по лабораторн. работе
27	Лабораторная работа № 6 «Дегидрирование циклогексана»	5			5		Л 15	Методичка 15	Оформлен. отчёт по лабораторн. работе
28	Лабораторная работа № 7 «Каталитический крекинг нефтяных фракций»	9			9		Л 20	Методичка 14	Оформлен. отчёт по лабораторн. работе
29	Лабораторная работа № 8 «Получение бутадиена-1,3 по Лебедеву»	9			9		Л 15	Методичка 15	Оформлен. отчёт по лабораторн. работе
	Всего	152,5	32		112		8,5		