

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

Кафедра Высокомолекулярных соединений и общей химической технологии

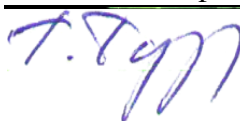
Актуализировано  
на заседании кафедры  
Протокол № 8 от «5» июня 2017 г.

Зав. кафедрой



Е.И. Кулиш

Согласовано  
Председатель УМК  
химического факультета



Г.Г. Гарифуллина

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Дисциплина Химическая технология

Б1.Б.25 Профессиональный цикл, базовая часть

**программа специалитета**

Специальность

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Специализации

Высокомолекулярные соединения

Квалификация

Химик. Преподаватель химии

Разработчик (составитель)  
К.х.н., доцент Бабунова М.В.  
уч. степень, уч. звание

Ф И О



подпись

Для приёма: 2015

Уфа 2017

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

Рабочая программа дисциплины актуализирована на заседании кафедры ВМС и ОХТ протокол от «5» июня 2017 г. № 8

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины (обновлены перечень основной и дополнительной литературы и лицензионное программное обеспечение, необходимое для освоения дисциплины, приняты на заседании на заседании кафедры ВМС и ОХТ протокол от «29» мая 2018 г. № 10

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	8
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	8
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	8
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	8
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	25
4.3. <i>Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)</i>	30
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	42
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	42
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	43
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	44

**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:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	При меч ание
знания	теоретические основы базовых химических дисциплин	ОПК-1 способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	
	стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	ОПК-2 владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	
	Знать: основные источники научной информации по химии	ОПК-5 способностью к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на их основе выводов и предложений	
	основные характеристики и свойства компонентов химических производств; типы и степень воздействия химических предприятий на окружающую среду; правила работы на оборудовании и техники безопасности	ОПК-6 владением нормами техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях	
	Знать: оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных ФХ свойств веществ.	ПК-2 владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	
	Основные понятия и законы химии	ПК-3 владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	

	Знать: основные законы химии и смежных наук	ПК-4 способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	
	Знать: теоретические физико-химические закономерности типовых процессов химической технологии, общие принципы разработки химико-технологических процессов на основе системного подхода с использованием технологических и экономических критериев производства	ПК-8 владением основными химическими, физическими и техническими аспектами химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат	
умения	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	ОПК-1 способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	
	решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам		
	проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам	ОПК-2 владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	
	Уметь: пользоваться печатными и электронными источниками информации по химии	ОПК-5 способностью к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на их основе выводов и предложений	
	Уметь: использовать технические средства измерения основных параметров технологического процесса	ОПК-6 владением нормами техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях	

	Уметь: проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.	ПК-2 владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	
	Применять основные законы химии	ПК-3 владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	
	Уметь: применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	ПК-4 способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	
	Уметь: применять основные химические законы и понятия для решения различных стандартных технологических задач	ПК-8 владением основными химическими, физическими и техническими аспектами химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат	
Владения (навыки/опыт деятельности)	Владеть: навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам	ОПК-1 способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	
	базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов	ОПК-2 владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	
	Владеть: навыками поиска и первичной обработки научной и научно-технической информации	ОПК-5 способностью к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на	

		их основе выводов и предложений	
	Владеть навыками работы на химическом оборудовании, принципами расчёта технологических режимов	ОПК-6 владением нормами техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях	
	Владеть: основами пробоподготовки для проведения различных видов физико-химического анализа.	ПК-2 владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	
	Владеть: начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием		
	Владеть: Системой фундаментальных понятий химии.	ПК-3 владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	
	Владеть: основными методами анализа и обработки полученных результатов	ПК-4 способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	
	Владеть навыками применения химических законов при решении конкретных производственных задач	ПК-8 владением основными химическими, физическими и техническими аспектами химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат	

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

Дисциплина «Химическая технология» относится к базовой части.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 и 8 семестрах.

Цель 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

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

- Б1.Б.05 Экономика
- Б1.Б.06 Математика
- Б1.Б.09 Физика
- Б1.Б.10 Неорганическая химия
- Б1.Б.11 Аналитическая химия
- Б1.Б.12 Органическая химия
- Б1.Б.13 Физическая 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

###### Код и формулировка компетенции

ОПК-1 способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач

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»)
1 этап (уровень)	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



2 этап (уровень)	<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>Умеет 1. классифицировать вещества, составлять структурные и пространственные формулы основных классов органических и неорганических соединений, называть вещества в соответствии с номенклатурой ИЮПАК</p>	<p>Умеет интерпретировать результаты относительно простых химических процессов с использованием общих представлений и закономерностей, изучаемых в рамках базовых химических дисциплин</p>	<p>Умеет составлять схемы процессов с использованием знаний основных химических дисциплин, но допускает отдельные неточности при формулировке условий осуществления таких процессов</p>	<p>Умеет прогнозировать результаты несложных последовательностей химических реакций с учетом общих закономерностей процессов, изучаемых в рамках основных химических дисциплин</p>
	<p>Уметь: решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам</p>	<p>2. решать типовые задачи из базовых курсов химии, но допускает отдельные ошибки</p>	<p>Умеет решать типовые задачи из базовых курсов химии</p>	<p>Умеет решать комбинированные задачи из базовых курсов химии</p>	<p>Умеет решать задачи повышенной сложности из базовых курсов химии</p>

	Владеть: навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам	Владеет навыками поиска учебной литературы, в т.ч., с использование м электронных ресурсов	Владеет навыками воспроизведения освоенного учебного материала по основным химическим дисциплинам	Владеет навыками самостоятельного изучения отдельных разделов учебной литературы по основным химическим дисциплинам и обсуждения освоенного материала	Владеет навыками критического анализа учебной информации по основным разделам химии, формулировки выводов и участия в дискуссии по учебным вопросам
--	---	---	--	--	---

### Код и формулировка компетенции

**ОПК-2** владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций

Этап (уровень) освоения компетенци и	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: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления	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	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	Знает стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств различных групп веществ и материалов; правила техники безопасности при работе с ними,

	результатов работы, нормы ТБ		представления результатов эксперимента	неточности	основные требования к оформлению результатов эксперимента
Второй этап (уровень)	Уметь: проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам	Умеет проводить простой анализ и одностадийный синтез по готовой методике без оформления протокола опытов	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 оформлении протокола эксперимента	Умеет проводить одно- и двухстадийный синтез по предлагаемой методике с выходом целевого продукта более 50% от заявленного; идентификацию и исследование свойств полученных веществ и материалов. Умеет оформлять результаты эксперимента с небольшим количеством замечаний	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 исследование свойств полученных веществ и материалов. Умеет оформлять результаты эксперимента в соответствии с заявленными требованиями

Третий этап (уровень)	Владеть базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов	Владеет навыками синтеза, идентификации и изучения свойств отдельных веществ	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
-----------------------	--	--	---	--	--

### Код и формулировка компетенции

#### ОПК-5 способностью к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на их основе выводов и предложений

Этап (уровень) освоения компетенции и	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 источники научной информации по химии	Знает о основных источниках информации сети интернет	Знает принципы систематизации научной информации	Знает основные периодические издания по теме научной деятельности	Знает о дополнительных источниках получения информации

Второй этап (уровень)	Уметь: пользоваться печатными и электронными источниками информации по химии	Умеет пользоваться стандартными поисковыми программами интернета	Умеет пользоваться каталогом научной библиотекой	Умеет пользоваться Библиотекой e-library	Умеет систематизировать и обобщать данные, полученные из различных источников
Третий этап (уровень)	Владеть: навыками поиска и первичной обработки научной и научно-технической информации	Владеет навыками составления запроса	Владеет навыками поиска информации в учебных изданиях	Владеет навыками поиска информации в научных периодических изданиях	Владеет систематическими навыками поиска и обработки научной информации

### Код и формулировка компетенции

### ОПК-6 Знанием норм техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)

	компетенций)				
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; типов и степени воздействия химических предприятий на окружающую среду; правила работы на оборудовании и техники безопасности	Имеет общее представление об основных характеристиках и свойствах компонентов химических производств; типов и степени 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
Второй этап (уровень)	Уметь: использовать технические средства измерения основных параметров технологического процесса	Умеет использовать простейшие технические средства для измерения ряда параметров технологического процесса, но допускает ошибки	Умеет использовать основные технические средства для измерения ряда параметров технологического процесса, но допускает небольшие неточности	Умеет выбирать технические средства и технологии с учетом безопасности их применения	Умеет определять риски и предвидеть последствия аварии, возникающие в результате отказа работы аппаратуры

Третий этап (уровень)	Владеть: навыками работы на химическом оборудовании, принципами расчёта технологических режимов	Владеет простейшими навыками работы на химическом оборудовании, принципами расчёта технологических режимов, но допускает ошибки	Владеет базовыми навыками работы на химическом оборудовании, принципами расчёта технологических режимов и допускает небольшие неточности	Владеет методами выбора рациональных технологических схем производства и методами утилизации отходов производства.	Владеет методами расчета рисков химических производств, принципами диагностики химико-технологической системы.
-----------------------	---	---	--	--	--

### Код и формулировка компетенции

#### ПК- 2 Владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований

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: оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных физико-химических свойств веществ.	Затрудняется в определении и назначении компонентов прибора и программ.	Самостоятельно определяет компоненты приборов Имеет представления о нормальном режиме их функционирования при проведении отдельных операций	Самостоятельно определяет компоненты приборов. Имеет представления о нормальном режиме их функционирования. Применяет компьютерные программы для управления прибором	Самостоятельно подключает компоненты приборов. Имеет представления о нормальном и критическом режимах их функционирования. Способен диагностировать простые ошибки приборов и программ управления
Второй этап (уровень)	Уметь: проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.	Затрудняется в проведении эксперимента на научном оборудовании использовании специализированных программ	Проводит отдельные операции в ходе эксперимента на научном оборудовании без обработки результатов измерений в специализированных компьютерных программах.	Проводит отдельные операции в ходе эксперимента на научном оборудовании без обработки результатов измерений в специализированных компьютерных программах.	Самостоятельно осуществляет все этапы эксперимент на научном оборудовании, проводит обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.



Третий этап (уровень)	Владеть: основами пробоподготовки для проведения различных физико-химических анализов	Затрудняется в подготовке проб и объектов для последующего исследования.	Выполняет отдельные операции в ходе пробоподготовки.	Самостоятельно выполняет большинство операций в ходе пробоподготовки простых объектов	Самостоятельно способен осуществить полный цикл пробоподготовки
	Владеть: начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием	Затрудняется в порядке включения и выключения прибора, снятия показаний измерений	Проводит измерения, не способен изменять параметры прибора.	Самостоятельно готовит прибор к запуску, контролирует и изменяет параметры прибора в ходе эксперимента.	Способен к проведению полного цикла работ на специализированном научном оборудовании при проведении экспериментов невысокой сложности

### Код и формулировка компетенции

**ПК-3** пониманием основных закономерностей развития химической науки, владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания

Этап (уровень) освоения	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)

компетенци и	(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)		»)		
Первый этап (уровень)	Знать: основные этапы и закономерности формирования фундаментальных химических понятий	Фрагментарные представления об основных этапах и закономерностях формирования фундаментальных химических понятий	Неполные представления об основных этапах и закономерностях формирования фундаментальных химических понятий	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основных этапах и закономерностях формирования фундаментальных химических понятий	Сформированные систематические
Второй этап (уровень)	Уметь: Применять основные фундаментальные химические понятия	Обладает фрагментарной способностью применения основных фундаментальных химических понятий	Умеет применять основные фундаментальные химические понятия	В целом успешное применение основных фундаментальных химических понятий	Сформированное умение пользоваться основными фундаментальными химическими понятиями
Третий этап (уровень)	Владеть системой базовых фундаментальных химических понятий	Фрагментарное применение основных фундаментальных химических понятий	В целом успешное, но не систематическое применение фундаментальных химических понятий	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение фундаментальных химических понятий	Успешное и систематическое применение фундаментальных химических понятий

**Код и формулировка компетенции**

**ПК-4** способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов

Этап (уровень) освоения компетенци и	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 законы химии и смежных наук	Имеет представление об основных химических законах	Знает некоторые понятия и законы химии и смежных наук	Знание о естественнонаучных законах и закономерностях развития химической науки в целом полные, но содержат некоторые пробелы.	Полные и системные знания о естественнонаучных законах и закономерностях развития химической науки
Второй этап (уровень)	Уметь: применять основные естественнонаучн ые законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	Частично освоенное умение применять естественнонаучные законы	В целом успешно, но не <b>системное</b> умение решать типичные задачи, связанные с обработкой и анализом полученных результатов	В целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение решать типичные задачи, связанные с обработкой и анализом полученных результатов	Сформированное умение решать типичные задачи, связанные с применением естественнонаучных законов и закономерностей развития химической науки при анализе полученных результатов

Третий этап (уровень)	Владеть: основными методами анализа и обработки полученных результатов	Фрагментарное владение навыками анализа и обработки результатов	В целом успешное, но не <b>системное</b> владение навыками анализа и обработки результатов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками владение навыками анализа и обработки результатов	Успешное и <b>системное</b> владение навыками применения основных естественнонаучных законов и закономерностей развития химической науки при анализе полученных результатов
-----------------------	--	---	--	--	---

### Код и формулировка компетенции

**ПК-8** владением основными химическими, физическими и техническими аспектами химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат

Этап освоения компетенции (уровень)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)

<p>Первый этап (уровень)</p>	<p>Знать: теоретические физико-химические закономерности типовых процессов химической технологии, общие принципы разработки химико-технологических процессов на основе системного подхода с использованием технологических и экономических критериев производства</p>	<p>Имеет отрывочное представление о теоретических физико-химических закономерностях типовых процессов химической технологии, общих принципах разработки химико-технологических процессов на основе системного подхода с использованием технологических и экономических критериев производства</p>	<p>Знает некоторые теоретические физико-химические закономерности типовых процессов химической технологии, общие принципы разработки химико-технологических процессов на основе системного подхода с использованием технологических и экономических критериев производства</p>	<p>Знания о теоретических физико-химических закономерностях типовых процессов химической технологии, общих принципах разработки химико-технологических процессов на основе системного подхода с использованием технологических и экономических критериев производства, но содержат некоторые пробелы.</p>	<p>Полные и системные знания о теоретических физико-химических закономерностях типовых процессов химической технологии, общих принципах разработки химико-технологических процессов на основе системного подхода с использованием технологических и экономических критериев производства</p>
<p>Второй этап (уровень)</p>	<p>Уметь: применять основные химические законы и понятия для решения различных стандартных технологических задач</p>	<p>Частично освоенное умение решать типичные задачи, связанное с производственной деятельностью</p>	<p>В целом успешно, но не <b>системное</b> умение решать типичные задачи, связанные с производственной деятельностью</p>	<p>В целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение решать типичные задачи, связанные с производственной деятельностью</p>	<p>Сформированное умение решать типичные задачи, связанные с производственной деятельностью</p>

Третий этап (уровень)	Владеть: навыками применения химических законов при решении конкретных производственных задач	Фрагментарное владение навыками применения химических законов и понятий для технологических расчетов	В целом успешное, но не <b>системное</b> применение химических законов и понятий для технологических расчетов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками применение химических законов и понятий для технологических расчетов	Успешное и <b>системное</b> владение навыками применения химических законов и понятий для технологических расчетов
-----------------------	---	--	---	---	--

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;

Шкалы оценивания:

(для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

**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	Компетенция	Оценочные средства
знания	теоретические основы базовых химических дисциплин	ОПК-1 способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	допуски к лабораторным работам
	стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ	ОПК-2 владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	допуски к лабораторным работам
	Знать: основные источники научной информации по химии	ОПК-5 способностью к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на их основе выводов и предложений	допуски к лабораторным работам
	основные характеристики и свойства компонентов химических производств; типы и степень воздействия химических предприятий на окружающую среду; правила работы на оборудовании и техники безопасности	ОПК-6 владением нормами техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях	допуски к лабораторным работам

	Знать: оборудование и программы предназначенные для проведения синтеза и исследование различных ФХ свойств веществ.	ПК-2 владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Отчёт по лабораторной работе
	Основные понятия и законы химии	ПК-3 владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	Отчёт по лабораторной работе
	Знать: основные законы химии и смежных наук	ПК-4 способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	тесты Отчёт по лабораторной работе
	Знать: теоретические физико-химические закономерности типовых процессов химической технологии, общие принципы разработки химико-технологических процессов на основе системного подхода с использованием технологических и экономических критериев производства	ПК-8 владением основными химическими, физическими и техническими аспектами химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат	допуски к лабораторным работам
умения	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	ОПК-1 способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	Отчёт по лабораторной работе
	решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам		
	проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам	ОПК-2 владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	допуски к лабораторным работам
	Уметь: пользоваться печатными и электронными источниками информации по химии	ОПК-5 способностью к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на их основе выводов и предложений	допуски к лабораторным работам)



	Уметь: использовать технические средства измерения основных параметров технологического процесса	ОПК-6 владением нормами техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях	Отчёт по лабораторной работе
	Уметь: проводить эксперимент на научном оборудовании, проводить обработку результатов и измерений с использованием специализированных компьютерных программ.	ПК-2 владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	допуски к лабораторным работам
	Применять основные законы химии	ПК-3 владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	Отчёт по лабораторной работе
	Уметь: применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	ПК-4 способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	допуски к лабораторным работам
	Уметь: применять основные химические законы и понятия для решения различных стандартных технологических задач	ПК-8 владением основными химическими, физическими и техническими аспектами химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат	тесты
Владения (навыки/опыт деятельности)	Владеть: навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам	ОПК-1 способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	Отчёт по лабораторной работе

	базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов	ОПК-2 владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	Отчёт по лабораторной работе
	Владеть: навыками поиска и первичной обработки научной и научно-технической информации	ОПК-5 способностью к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на их основе выводов и предложений	допуски к лабораторным работам
	Владеть навыками работы на химическом оборудовании, принципами расчёта технологических режимов	ОПК-6 владением нормами техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях	допуски к лабораторным работам
	Владеть: основами пробоподготовки для проведения различных видов физико-химического анализа.	ПК-2 владением навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Отчёт по лабораторной работе
	Владеть: начальными навыками работы со специализированным научным оборудованием		
	Владеть: Системой фундаментальных понятий химии.	ПК-3 владением системой фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, формами и методами научного познания	Отчёт по лабораторной работе
	Владеть: основными методами анализа и обработки полученных результатов	ПК-4 способностью применять основные естественнонаучные законы при обсуждении полученных результатов	допуски к лабораторным работам, тесты
	Владеть навыками применения химических законов при решении конкретных производственных задач	ПК-8 владением основными химическими, физическими и техническими аспектами химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат	тесты

*Образец билета*  
Минобрнауки России  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Башкирский государственный университет»

Факультет Химический  
Кафедра ВМС и ОХТ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1  
по дисциплине Химическая технология  
Специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная 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»  
7 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: уравнительные 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.

## 8 семестр

1. Физико-химические закономерности в химической технологии. Основные показатели химико-технологического процесса: степень превращения, селективность, выход

- продукта 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 n-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 n-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 n-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 гидроперекиси 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 сернохлорной 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)**

#### **7 семестр**

#### **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 поплавки, 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.

Лабораторная работа № 3: 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.
3. Понятие теоретической тарелки, определение числа теоретических ступеней графическим методом.
4. Абсорбция. Равновесие при абсорбции. Материальный баланс процесса абсорбции. Скорость абсорбции. Связь коэффициента массопередачи с коэффициентами массоотдачи.
5. Устройство различных типов абсорберов: поверхностные, пленочные, насадочные, тарельчатые, распыливающие.
6. Газовый анализ. Теоретические основы. Химические методы анализа. Физические методы анализа. Отбор и хранение газов.
7. Анализ газовой смеси на ручном газоанализаторе. Описание прибора, порядок работы. Подготовка прибора к работе, взятие пробы на анализ, проведение анализа, расчёты.
8. Химические реакции, лежащие в основе поглощения отдельных компонентов газовой смеси.

Лабораторная работа № 4: Определение эффективности работы колонны ректификации периодического действия

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. Недостатки простой перегонки. Перегонка под вакуумом, с водяным паром, с инертным газом, какие условия при этом изменяются.
2. Ректификация, её сущность. Сходства и различия с простой перегонкой. Принципиальная схема установки ректификации непрерывного действия.
3. 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.
4. Флегмовое число. Расчет минимального и рабочего флегмового числа.
5. Колонна ректификации периодического действия. Режимы работы колонны: а) при постоянном флегмовом числе; б) при постоянном составе дистиллята.
6. Устройство различных типов колонн: насадочных, тарельчатых (ситчатого, колпачкового и клапанного типа). Преимущества и недостатки различных типов колонн.
7. Основы ректификации многокомпонентных смесей.
8. Устройство лабораторной насадочной колонны. Вывод колонны на режим захлёбывания, на рабочий режим и режим отвода дистиллята.

8 семестр

**Лабораторная работа № 1**  
**«Гидролиз этилацетата»**

1. Общая характеристика реакций этерификации и гидролиза.
2. Термохимия. Термодинамика. Влияние строения спирта и кислоты на константу равновесия.
3. Кинетика и катализ. Влияние строения спирта и кислоты на константу скорости реакции.

4. Применение сложных эфиров.
5. Реактора для проведения реакций этерификации периодического и непрерывного действия.
6. Принципиальная технологическая схема установки получения этилацетата этерификацией уксусной кислоты этанолом.

### **8 семестр**

#### **Лабораторная работа № 2**

##### **«Каталитический крекинг нефтяных фракций»**

1. Термический крекинг нефтяных фракций. Назначение процесса, сырьё. Химические основы процесса. Реакции основных групп углеводородов. Механизм термического крекинга парафинов. Теория Райса на примере крекинга н-бутана. Теоретический состав продуктов крекинга н-бутана. Аппаратурное оформление, технологическая схема термического крекинга, основные продукты и их свойства.
2. Коксование нефтяных остатков. Назначение процесса, сырьё. Типы установок коксования нефтяных остатков. Схема установки непрерывного контактного коксования.
3. Основы пиролиза: назначение процесса, сырьё, целевые продукты, основные параметры процесса.
4. Каталитический крекинг нефтяных фракций. Назначение процесса, сырьё. Реакции основных групп углеводородов. Первичные и вторичные реакции, их влияние на состав продуктов крекинга.
5. Ионный механизм каталитического крекинга. Катализаторы.
6. Блок реактор-регенератор с движущимся шариковым катализатором. Блок реактор-регенератор с «кипящим слоем» катализатора, преимущества «кипящего слоя» перед шариковым катализатором.
7. Принципиальная схема каталитического крекинга с «кипящим слоем». Основные продукты крекинга, выход бензина автомобильного, авиационного.

#### **Лабораторная работа № 3**

##### **Получение дивинила по Лебедеву.**

1. Основные и побочные реакции, протекающие при получении дивинила из этанола по Лебедеву.
2. Решение основной задачи химической технологии на основе анализа лимитирующей стадии процесса:
  - а) Термодинамика качественно и количественно;
  - б) Кинетика, катализаторы;
  - в) Обоснование выбора реактора. Тип применяемого реактора.
3. Учет протекания побочных реакций при решении основной задачи химической технологии:
  - а) Термодинамика;
  - б) Кинетика;
  - в) Технологические приемы, требование к составу спиртовой шихты.
4. Принципиальная технологическая схема промышленной установки получения дивинила по Лебедеву.
5. Области применения дивинила. Условия его хранения и транспортировки.
6. Понятия: степень превращения, конверсия сырья, выход на пропущенный и разложенный спирт. Расчет основных показателей химико-технологического процесса.
7. Анализ газообразных продуктов превращения этанола в бутадиен. Реакции, лежащие в основе газового анализа.

#### **Лабораторная работа № 4**

##### **«Процессы гидрирования и дегидрирования.**

##### **Дегидрирование циклогексана»**

1. Дегидрирование н-бутана. Основная и побочные реакции. Формулировка основной задачи химической технологии.
2. Анализ особенностей термодинамики реакции на качественном и количественном уровне.
3. Кинетика процесса.
4. Выбор реактора, приемы подвода тепла в зону реакции. Принципиальная схема промышленной установки.
5. Дегидрирование бутена – 1 до бутадиена – 1,3. Основная и побочные реакции. Особенности термодинамики на качественном и количественном уровне.
6. Кинетика процесса.
7. Выбор реактора, роль водяного пара в поддержании высокой активности катализатора. Регенерация катализатора.
8. Принципиальная схема промышленной установки.
9. Особенности дегидрирования циклогексана по сравнению с дегидрированием алифатических углеводородов. Использование этой реакции в лаборатории и в промышленности.

Критерии оценки (в баллах):

- 2 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;

- 1 балл выставляется студенту, 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.

- 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) аудиторной и домашней работы

- 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***

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. Бабунова, Марина Викторовна. Химическая технология: учеб. пособие / М. В. Бабунова; 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. Бабунова, Марина Викторовна. Химическая технология: учеб. пособие / М. В. Бабунова; 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. Бабунова, Марина Викторовна. Химическая технология : учеб. пособие / М. В. Бабунова ; 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 теплообмену: 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
11. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle). Универсальная общественная лицензия GNU

## 2. 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
<p><b>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> 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).</p>	<p><b>Аудитория № 405</b> 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;</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>3. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle). Универсальная общественная лицензия GNU</p> <p>5. Linux OpenSUSE 12.3 (x84_64) GNU General Public License</p>

<p>корпус), лаборатория № 419 (химфак корпус).</p> <p><b>б. помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:</b></p> <p>лаборатория № 013 (химфак корпус).</p>	<p>количество посадочных мест – 27.</p> <p><b>Читальный зал № 6</b></p> <p>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></p> <p>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>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.</p> <p><b>Лаборатория № 209</b></p> <p>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</p> <p><b>Лаборатория № 419</b></p> <p>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</p> <p><b>Лаборатория № 013</b></p> <p>Комплект мебели ВНР, весы GR-120 (120г*0,1мг) внутр. калибровка, с поверкой, центрифуга ОПН-8, многофункциональное устройство HPLaserJetM1536 DNFMFP (CE538A)128mb, электроплитка</p>
--	---

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

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

**дисциплины Химическая технология на 7 семестр  
(наименование дисциплины)  
очная  
форма обучения**

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	18
практических/ семинарских	
лабораторных	36
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	9
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	43,8

**Форма(ы) контроля:  
экзамен 7 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	СР			
	<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.	3	2			1	Осн. 4, доп 1,2  Проработать литературу Методичка 4	Допуск к лабораторной работе	
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	2	1			2	Осн. 1-4, доп 1,2  Проработать литературу, подготовиться к тесту	Допуск к лабораторной работе, тест	

	системного подхода. Структурная иерархия технологических систем: молекулярные процессы – макрокинетика – аппараты – производства – глобальные проблемы развития техносферы.								
5	<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	1			1	Осн. 4, доп 1,2	Проработать литературу, подготовиться к тесту Методичка 3	Допуск к лабораторной работе, тест
6	<b>Тема 1.5. Гидростатика</b> Гидравлика. Гидростатика. Понятие давления. Принцип статики. Вывод дифференциальных уравнений равновесия Эйлера на основе принципа статики. Основное уравнение гидростатики, физический смысл входящих в него величин. Закон Паскаля. Принцип сообщающихся сосудов. Применение закона Паскаля и следствия из него: манометры, пьезометры, водомерные стёкла. Гидропрессы.	5	2			1	Осн. 1- 4, доп 1,2	Проработать литературу, подготовиться к тесту Методичка 7	Допуск к лабораторной работе, тест
7	<b>Тема 1.6. Гидродинамика.</b> Понятия расход и скорость движения	7	4			1	Осн. 1-4, доп 1,2	Проработать литературу,	Допуск к лабораторной

	<p>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 сужающего устройства с помощью дифманометра. Определение скорости потока с помощью мерной диафрагмы.</p>							подготовиться к тесту Методички 7,8	работе, тест
8	Лабораторная работа № 1: Градуировка реометра	12			12		Осн. 4, доп 1,2	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>	7	2			1	Осн. 4, доп 1,2	Проработать литературу, подготовиться к тесту Методичка 2	Допуск к лабораторной работе, тест
10	Лабораторная работа № 2: Экспериментальное определение коэффициента теплопередачи	9				9	Осн. 4, доп 1,2	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</p>	9	6			1	Осн. 4, доп 1,2	Проработать литературу, подготовиться к тесту Методики 6,1,7	Допуск к лабораторной работе, тест

<p>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 постоянном флегмовом числе; б) при постоянном составе дистиллята.</p> <p>Устройство различных типов колонн: насадочных, тарельчатых</p>										
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

	<p>(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: Анализ газовой смеси на химическом ручном газоанализаторе	9			9					Оформлен. отчёт по лабораторн. работе
	Лабораторная работа № 4: Определение эффективности работы колонны ректификации периодического действия	9			9					Оформлен. отчёт по лабораторн. работе
	Всего	63	18		36	9				

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

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

**дисциплины Химическая технология на 8 семестр  
(наименование дисциплины)**

**очная**  
форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	16
практических/ семинарских	
лабораторных	64
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	10
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	52,8

**Форма(ы) контроля:**  
экзамен 8 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	СРС			
	<b>Раздел II. Физико-химические закономерности в химической технологии</b>								
<b>1</b>	<b>Тема 2.1. Физико-химические</b>	2	1			1	Осн. 4, доп 1,2	Проработать	Допуск к

	<b>закономерности в химической технологии</b>							литературу, подготовиться к тесту Л 7	лабораторной работе
2	<p><b>Тема 2.2. Химические реакторы.</b> Основные 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</p>	2	1			1	Осн. 2, доп 1	Проработать литературу, подготовиться к тесту	тесты



	реакторов идеального перемешивания. Способы сопряжения химического превращения с процессами разделения продуктов реакции.								
3	<b>Тема 2.3. Схемы производства.</b> Операционная и технологическая схемы производства, открытая и циркуляционная схемы. Условные обозначения аппаратов и машин.	2	1			1	Осн. 2, доп 1,2	Проработать литературу, Л 1-3, 18,19	Допуск к лабораторной работе
4	<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	Осн. 2, доп 1,2	Проработать литературу, Л 1-3, 18,19	Допуск к лабораторной работе
	<b>Раздел III. Типовые химико-технологические процессы производства</b>						Осн. 4, доп 1,2		
5	<b>Тема 3.1</b> Процессы гидролиза, гидратации, этерификации	1	1				Осн. 4, доп 1,2	Проработать литературу, Л 1-3, 18,19	Допуск к лабораторной работе
6	<b>Тема 3.2</b> Процессы переработки нефтяного сырья	4	4				Осн. 4, доп 1,2	Методичка 13	Допуск к лабораторной работе
7	<b>Тема 3.3</b> Получение дивинила по Лебедеву.	2	2				Осн. 4, доп 1,2	Проработать литературу, подготовиться к тесту	Допуск к лабораторной работе, тесты
8	<b>Тема 3.4</b> Процессы гидрирования	3	2			1	Осн. 4, доп 1,2	Проработать	Допуск к

	<b>и дегидрирования.</b>							литературу	лабораторной работе
<b>9</b>	<b>Тема 3.6 Производство аммиака</b>	2	1			1	Осн. 4, доп 1,2	Проработать литературу	Допуск к лабораторной работе
<b>10</b>	<b>Тема 3.7 Производство азотной кислоты</b>	2				2	Осн. 4, доп 1,2	Проработать литературу	Допуск к лабораторной работе
<b>11</b>	<b>Тема 3.8 Производство серной кислоты</b>	2	1			1	Осн. 2, доп 1,2	Проработать литературу	Допуск к лабораторной работе
<b>12</b>	Лабораторная работа № 1 «Гидролиз этилацетата»	16				16	Осн. 4, доп 1,2		Оформлен. отчёт по лабораторн. работе
<b>13</b>	Лабораторная работа № 2 «Дегидрирование циклогексана»	16				16	Осн. 4, доп 1,2	Методичка 15	Оформлен. отчёт по лабораторн. работе
<b>14</b>	Лабораторная работа № 3 «Каталитический крекинг нефтяных фракций»	16				16	Осн. 1,2, доп 1,2	Методичка 14	Оформлен. отчёт по лабораторн. работе
<b>15</b>	Лабораторная работа № 4 «Получение бутадиена-1,3 по Лебедеву»	16				16	Осн. 4, доп 1,2	Методичка 15	Оформлен. отчёт по лабораторн. работе
<b>17</b>	<b>Тема Вода в химической промышленности</b> Основные направления использования воды в химической промышленности. Рациональное использование водных ресурсов в химической промышленности. Виды природных вод. Показатели	3	2			1	Осн. 4, доп 1,2	Проработать литературу	Допуск к лабораторной работе

качества воды. Жёсткость воды и методы её уменьшения. Ионообменная очистка воды. Промышленная водоподготовка.									
Всего	80	16		64	10				

## Приложение 2

### Рейтинг-план дисциплины

#### Химическая технология

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

Направление подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
курс IV, семестр 7

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)	2	5	0	10
2. Домашние задания (оформление лабораторных работ)	5	2	0	10
<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)	2	5	0	10
2. Домашние задания (оформление лабораторных работ)	5	2	0	10
<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			<b>0</b>	<b>-6</b>
2. Посещение лабораторных занятий			<b>0</b>	<b>-10</b>
<b>Итоговый контроль</b>				
1. Экзамен			0	30

Химическая технология

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

Направление подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
курс IV, семестр 8

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)	2	5	0	10
2. Домашние задания (оформление лабораторных работ)	5	2	0	10
<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)	2	5	0	10
2. Домашние задания (оформление лабораторных работ)	5	2	0	10
<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