Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор
_____Хагуров Т.А.
подпись
«27» апреля 2018г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.Б.18 ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Направление подготовки/специальность 04.03.01 Химия

Направленность (профиль)/ специализация аналитическая химия

Программа подготовки прикладная

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Краснодар 2018

Рабочая программа дисциплины «Химическая технология» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки - 04.03.01 «Химия».

Программу составил (и)
Н.Н. Петров, доцент, кандидат химических наук _____

Рабочая программа дисциплины «Химическая технология» утверждена на заседании кафедры (разработчика) общей,неорганической химии и ИВТ в химии
протокол № «8» 10.04 2018 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Буков Н.Н._____

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры (выпускающей) аналитической химии

протокол № «5» 19.04 2018 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Темердашев З.А._____

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета «Химии и высоких технологий» 20.04 2018г, протокол № 5 .

протокол № «5» 20.04 2018 г.
Председатель УМК факультета Стороженко Т.П. _____

Рецензенты:

Горохов Р.В. канд. хим. наук, зам. директора по науке ООО «Современные технологии»

Доценко В.В. д-р хим. наук ФГБОУ ВО «КубГУ»

1. Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель дисциплины

Формирование базовых знаний и понятий по химической технологии, важнейшим химическим производствам и другим производствам, использующим в своей технологии химические реакции.

1.2 Задачи дисциплины

Сформировать понятийный аппарат, необходимый для самостоятельного восприятия, осмысления и усвоения химико-технологических знаний, представления о взаимосвязи дисциплины с другими химическими, экономическими и экологическими дисциплинами, навыки экспериментальной работы.

Сформировать у студентов способность к использованию закономерностей химической науки при решении конкретных производственных задач, владение навыками расчета технических показателей технологического процесса и методами работы в соответствии с нормами техники безопасности, а также навыками самообразования и самоорганизации.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.Б.18 Химическая технология относится к дисциплинам базовой части учебного плана. Для освоения данной дисциплины необходимы знания по дисциплинам «Неорганическая химия», «Физическая химия», «Высшая математика», «Физика», «Органическая химия». Знания, полученные в процессе изучения дисциплины, необходимы для дальнейшей успешной профессиональной практической деятельности.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональных и профессиональных компетенций (*ОП К/ПК)*

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
1.	**ОПК-6**	Знание норм техники безопасности и умение их реализовывать в лабораторных и технологических условиях	Принципы формирования требований техники безопасности и химико-технологическую структуру создания и	Реализовывать безопасную работу в лабораторных и технологических условиях и обладать устойчивыми навыками	Навыками безрисковой работы в условиях лаборатории и умением организации безопасной работы с

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
			функционирования производства	работы с химическими средами	химическими и химико-технологическими средами
2.	**ОК-7**	Способность к самоорганизации и самообразованию	Основные приемы и методы, применяемые для организации химико-технологических процессов и логическую взаимосвязь между исходным химизмом и получаемым результатом взаимодействия в производственной системе	Понимать логическую необходимость своих действий при проведении химико-технологического процесса и направлять реакцию при возможности в направлении образования требуемого продукта	Способами оценки направления химической реакции и ее скорости при формировании химико-технологического процесса и базой знаний необходимой для объективной оценки эффективности химического производства

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач.ед. (216 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице *(для студентов ОФО).*

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		5	6		
Контактная работа, в том числе:	**128,5**				
Аудиторные занятия (всего):	**112**	**54**	**68**		
Занятия лекционного типа	54	18	36	-	-
Лабораторные занятия	68	36	32	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
Иная контактная работа:					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	6	2	4		
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,5	0,2	0,3		
Самостоятельная работа, в том числе:	**51,8**	**15,8**	**36**		
Курсовая работа (подготовка и написание)	-	-	-	-	-

Проработка учебного (теоретического) материала		51,8	15,8	36	-	-
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		-	-	-	-	-
Реферат		-	-	-	-	-
Подготовка к текущему контролю		-	-	-	-	-
Контроль:		**35,7**	**0,0**	**35,7**		
Подготовка к экзамену		35.7	0.0	35.7		
Общая трудоемкость	**час.**	**216**	**69,8**	**146, 2**	-	-
	в том числе контактная работа	**128,5**	**38,2**	**80,3**		
	зач. ед	**6**	**2**	**4**		

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 5,6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Базовые понятия химической технологии	10	2	-	2	2
2.	Сырьѐ химической промышленности	8	2	-	2	4
3.	Гидромеханические процессы химической промышленности	7,8	2	-	2	3,8
4.	Масссообменные процессы	6	2		10	2
5.	Процессы теплообмена	6	2		2	2
6.	Химические реакторы и ХТС	12	4		4	4
7.	Каталитические процессы	4	2		-	2
8.	Коррозия хим. оборудования	8	2		4	2
9.	Технология отдельных производств	106	36		42	30
	Итого по дисциплине:		54,0	0,0	68	51,8

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование	Содержание раздела	Форма текущего

	раздела		контроля
1	2	3	4
1.	Базовые понятия химической технологии	Структура ХТС: молекулярные процессы → макрокинетика → аппараты → производства → проблемы развития техносферы. Качественные и количественные критерии оценки эффективности ХТС. Материальные и энергетические балансы ХТС. Критерии эффективности химико-технологических процессов. Сущность и значение оптимизации физико-химических условий проведения химико-технологических процессов. Роль математического моделирования.	ЛР, РЗ, Т
2.	Сырьѐ химической промышленности	Сырьевая и энергетическая база химической промышленности. Основные виды и ресурсы сырья. Задачи стандартизации и кондиционирования сырья. Обогащение сырья, его значение и основные принципы. Физико-химические свойства сырья, на которых основаны процессы обогащения. Комплексное использование сырья. Вода как сырье и компонент химического производства. Промышленные и санитарные требования к воде. Промышленная подготовка воды. Химические, механические, физико-химические и биологические методы очистки вод от природных примесей. Обессоливание и опреснение воды. Пути водооборота в промышленности. Накипи, пути их предотвращения и устранения.	ЛР, РЗ, Т
3.	Гидромеханические процессы химической промышленности	Гидромеханические процессы. Основы гидравлики. Физические свойства жидкостей. Основное уравнение гидростатики и его практическое значение. Основы гидро- и газодинамики. Характеристика установившихся и неустановившихся потоков, ламинарных и турбулентных течений. Уравнения Бернулли. Приложения уравнения Бернулли для измерения скорости и расхода жидкости. Перемещение жидкостей и газов. Общие	ЛР, Т

		сведения о насосах и компрессорных машинах. Основные параметры насосов.	
4.	Масссообменные процессы	Массообменные процессы. Характеристика процессов массопереноса. Фазовое равновесие. Материальный баланс процессов массопереноса. Рабочие линии. Молекулярная диффузия и конвективный перенос. Абсорбция. Физические основы процесса абсорбции. Материальный и тепловой баланс процесса. Устройство абсорбционных аппаратов. Перегонка жидкостей. Общие сведения о простой перегонке (дистилляции) и ректификации. Характеристика двухфазных систем жидкость- пар. Дифференциальное уравнение простой перегонки. Ректификация. Характеристика процесса ректификации. Непрерывная ректификация бинарных систем. Число теоретических тарелок (ЧТТ) ректификационной колонны. Устройство ректификационных колонн.	ЛР, Т
5.	Процессы теплообмена	Принципы организации теплообмена. Теплообменные аппараты. Конструкция, назначение. Основное уравнение теплопередачи.	ЛР, Т
6.	Химические реакторы и ХТС	Химические реакторы, их классификация. Основные показатели работы реакторов. Реакторы гомогенных ХТП. Классификация реакторов по характеру смешивания, вытеснения веществ, участвующих в процессе. Реакторы гетерогенно-каталитических процессов. Типичные промышленные реакторы периодического и непрерывного действия. Классификация реакторов по подводу и отводу теплоты. Выпарные аппараты, их конструкция, применение. Общая характеристика	ЛР, Т

		ХТС. Способы отображения, структуры ХТС. Работа ХТС с различными типами технологических связей аппаратов.	
7.	Каталитические процессы	Гомогенные и гетерогенные каталитические и некаталитические ХТП, механизм их течения. Стадии ХТП, основная стадия. Катализ. Механизм действия катализаторов. Новые направления в катализе	ЛР, Т
8.	Коррозия хим. оборудования	Прямые и косвенные потери от коррозии. Механизмы коррозии. Коррозионный мониторинг	ЛР, РЗ, Т
9.	Технология отдельных производств	Перечень рассматриваемых химических производств: - технология серной кислоты, - синтез аммиака, - технология азотной кислоты, - технология метанола, - синтезы на основе оксида углерода и водорода, - переработка нефти, - переработка природного газа, - производство солей и удобрений, - 3D принтинг - биохимические производства	ЛР, РЗ, Т

Формы **текущего контроля**: защита лабораторной работы (ЛР), расчетное задание (РЗ), тестирование (Т).

2.3.2. Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
10.	Физико-химические основы технологии	Лабораторная работа №1 «Умягчение воды различными способами» Лабораторная работа №2 «Изучение процесса коррозии металлов» Лабораторная работа №3 «Исследование кинетики гетерогенной реакции окисления сульфита натрия кислородом воздуха	зачет
11.	Технология отдельных производств	Лабораторная работа №4 «Электролиз водного раствора хлорида натрия» Лабораторная работа №5 «Синтез пленкообразующих связующих» Лабораторная работа №6 «Составление	зачет

		материального баланса процесса получения сернистого натрия» Комплекс виртуальных работ, моделирующих различные производства	

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
12.	Проработка и повторение лекционного материала, теоретическая самоподготовка Тест	1. Общая химическая технология в примерах задачах, лабораторных работах и тестах. Учебное пособие./Л.Л. Товажнянский, М.К. Кошелева, С.И. Букхало,М.: Инфра М 2014. 2. Электронно-информационная система университета, библиотека университета, информационные электронные ресурсы сети «Интернет»
13.	Подготовка к ЛР	1. Лабораторные практикумы кафедры общей и неорганической химии и ИВТ, виртуальные лабораторные работы 2. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:
– в печатной форме увеличенным шрифтом,
– в форме электронного документа,
– в форме аудиофайла (при наличии),
– в печатной форме на языке Брайля (при наличии).

Для лиц с нарушениями слуха:
– в печатной форме,
– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в печатной форме,
– в форме электронного документа,
– в форме аудиофайла (при наличии).

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению «Химия» реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.

Неотъемлемой составной частью видов учебных занятий и одной из важнейших при подготовке студентов является лабораторный практикум. Именно лабораторный практикум позволяет реализовать воедино понятия «знать», «уметь», «владеть навыками» при проведении экспериментальных исследований. При применении проблемного подхода к работе студентов становится возможным решение следующего комплекса задач:

- формирование у студентов знания и понимания физической сущности изучаемых процессов и явлений;
- развитие способностей к творческой исследовательской работе;
- умение применять в практике научных исследований различные экспериментальные методики;
- знание основ постановки экспериментов с применением различного исследовательского оборудования.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья устанавливается особый порядок освоения указанной дисциплины. В образовательном процессе используются социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Вышеозначенные образовательные технологии дают наиболее эффективные результаты освоения дисциплины с позиций актуализации содержания темы занятия, выработки продуктивного мышления, терминологической грамотности и компетентности обучаемого в аспекте социально-направленной позиции будущего специалиста, и мотивации к инициативному и творческому освоению учебного материала.

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
5,6	*Л*	Лекция с элементами педагогический эвристики, лекционная игра (лекция с обратной связью), лекция с заранее запланированными ошибками	8
	ЛР	Беседы, разбор ситуаций, работа в малых группах, дискуссионная защита лабораторных работ	30
Итого:			38

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценка качества освоения дисциплины обучающимися включает промежуточный и текущий контроль усвоения знаний. Соответствующие оценочные средства отражены в ФОС дисциплины.

Текущий контроль знаний студентов осуществляется постоянно в течении учебного года. Виды текущего контроля: устный (письменный) опрос на лекциях, защита лабораторных работ, защита расчетных заданий, тестирование, проверка знаний по результатам самостоятельной работы студентов, оценка активности студента на занятиях.

Основным видом текущего контроля знаний студентов очной формы обучения является внутрисеместровая аттестация, которая проводится один раз в семестр в обязательном порядке на всех курсах в соответствии с графиком учебного процесса данного семестра и завершается не позднее чем за месяц до начала промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация проводится по данной дисциплине в форме зачета/экзамена.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

Фонд оценочных средств включает тестовые задания, лабораторные работы, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций.

Пример контролируемого тестового задания:

1. Критерии эффективности функционирования химических производств

1. Степень превращения реагента рассчитывается по уравнению:

а) $X_A = \frac{N_A}{N_{Ao}}$; б) $X_A = \frac{N_{Ao} - N_A}{N_{Ao}}$; в) $X_A = \frac{N_{Ao}}{N_{Ao} - N_A}$; г) $X_A = \frac{N_{Ao}}{N_A}$

2. Выход продукта рассчитывается по уравнению:

а) $\eta_R = \frac{N_{R\max} - N_R}{N_{R\max}}$; б) $\eta_R = \frac{N_{R\max}}{N_{R\max} - N_R}$; в) $\eta_R = \frac{N_R}{N_{R\max}}$; г) $\eta_R = \frac{N_{R\max}}{N_R}$

3. Интегральная селективность процесса рассчитывается по уравнению:

а) $\varphi_R = \frac{N_R}{N_{R\max}}$; б) $\varphi_R = \frac{\Delta N_{A\to R}}{\Delta N_A}$; в) $\varphi_R = \frac{N_{R\max}}{N_{R\max} - N_R}$; г) $\varphi_R = \frac{\Delta N_A}{N_{Ao}}$

4. Дифференциальная селективность процесса рассчитывается по уравнению:

а) $\varphi'_R = \frac{W_R}{W_{R\max}}$; б) $\varphi'_R = \frac{W_{A\to R}}{W_A}$; в) $\varphi'_R = \frac{W_A}{W_{A\to R}}$; г) $\varphi'_R = \frac{W_{R\max}}{W_R}$

5. Расходный коэффициент по сырью рассчитывается по уравнению:

а) $РК_{Amex} = \frac{N_{Ao_{T\max}}}{N_R}$; б) $РК_{Amex} = \frac{G_{Ao_{max}}}{G_R}$; в) $РК_{Amex} = \frac{W_{Ao_{max}}}{W_R}$; г) $РК_{Amex} = \frac{C_{Ao_{max}}}{C_R}$

6. Интенсивность работы аппарата рассчитывается по уравнению:

а) $I = \frac{G_R}{\tau}$; б) $I = \frac{П_R}{V}$; в) $I = \frac{G_R}{V}$; г) $I = \frac{П_R}{V\tau}$

7. По уравнению $\frac{N_{Ao} - N_A}{N_{Ao}}$ рассчитывается:

а) выход продукта; б) степень превращения реагента;
в) интегральная селективность; г) расходный коэффициент по сырью.

8. По уравнению $\frac{N_R}{N_{R\max}}$ рассчитывается:

а) выход продукта; б) степень превращения реагента;
в) интегральная селективность; г) расходный коэффициент по сырью.

9. По уравнению $\frac{\Delta N_{A\to R}}{\Delta N_A}$ рассчитывается:

а) выход продукта; б) степень превращения реагента;
в) интегральная селективность; г) расходный коэффициент по сырью.

10. По уравнению $\frac{W_{A\to R}}{W_A}$ рассчитывается:

а) выход продукта; б) степень превращения реагента;
в) интегральная селективность; г) дифференциальная селективность.

11. По уравнению $\frac{G_{Ao_{max}}}{G_R}$ рассчитывается:

а) выход продукта; б) степень превращения реагента;
в) интегральная селективность; г) расходный коэффициент по сырью.

12. По уравнению $\frac{П_R}{V}$ рассчитывается:

а) выход продукта; б) интенсивность работы аппарата
в) интегральная селективность; г) расходный коэффициент по сырью.

13. По уравнению $\frac{G_R}{\tau}$ рассчитывается:

а) выход продукта; б) интенсивность работы аппарата;

в) производительность аппарата; г) расходный коэффициент по сырью.

14. По уравнению $\frac{G_R}{V\tau}$ рассчитывается:

а) интенсивность работы аппарата; б) производительность аппарата;
в) расходный коэффициент по сырью. г) выход продукта.

15. Какое уравнение описывает связь между технологическими критериями для необратимых сложных реакций?

а) $\eta_R = \frac{X_A}{X_{Ap}}$; б) $\eta_R = X_A$; в) $\eta_R = \varphi_R X_A$; г) $\eta_R = \varphi_R \frac{X_A}{X_{Ap}}$

16. Какое уравнение описывает связь между технологическими критериями для обратимых сложных реакций?

а) $\eta_R = \frac{X_A}{X_{Ap}}$; б) $\eta_R = X_A$; в) $\eta_R = \varphi_R X_A$; г) $\eta_R = \varphi_R \frac{X_A}{X_{Ap}}$

17. Какое уравнение описывает связь между технологическими критериями для необратимых простых реакций?

а) $\eta_R = \frac{X_A}{X_{Ap}}$; б) $\eta_R = X_A$; в) $\eta_R = \varphi_R X_A$; г) $\eta_R = \varphi_R \frac{X_A}{X_{Ap}}$

18. Какое уравнение описывает связь между технологическими критериями для обратимых простых реакций?

а) $\eta_R = \frac{X_A}{X_{Ap}}$; б) $\eta_R = X_A$; в) $\eta_R = \varphi_R X_A$; г) $\eta_R = \varphi_R \frac{X_A}{X_{Ap}}$

2. Химико-технологическая система

19. В системе «самостоятельная и условно неделимая единица называется…»:
а) агрегатом; б) элементом; в) объектом; г) процессом.
20. Элементом ХТС является:
а) аппарат; б) агрегат; в) процесс; г) цех.
21. Аппарат в ХТС является:
а) объектом; б) блоком; в) модулем; г) элементом.
22. Указать механический элемент ХТС:
а) испаритель; б) дробилка; в) дистиллятор; г) турбина.

23. Указать теплообменный элемент ХТС:
а) испаритель; б) дробилка; в) дистиллятор; г) турбина.

24. Указать массообменный элемент ХТС:
а) испаритель; б) дробилка; в) дистиллятор; г) турбина.

25. Указать энергетический элемент ХТС:
а) испаритель; б) дробилка; в) дистиллятор; г) турбина.

26. Указать реакционный элемент ХТС:
а) теплообменник; б) химический реактор; в) дистиллятор; г) насос.
27. Какая подсистема не относится к основным подсистемам химического производства?
а) подсистема химического превращения; б) подсистема водоподготовки;
в) подсистема подготовки сырья; г) подсистема выделения продукта.
28. Какая подсистема не относится к основным подсистемам химического производства?
а) подсистема химического превращения; б) подсистема выделения продукта;
в) подсистема подготовки сырья; г) подсистема управления.
29. Какая подсистема относится к основным подсистемам химического производства?

По результатам проверки рассчитывается коэффициент успешности как отношение числа правильных ответов к общему числу ответов (выражается в процентах).

Шкала перевода значений коэффициента успешности в традиционную оценку

91 – 100 % «отлично»

74 – 90 % «хорошо»

61 – 73 % «удовлетворительно»

0 – 60 % «неудовлетворительно»

Примерные вопросы для самопроверки и контролируемые расчетные задания:

Задачи на составление материального баланса

1 Рассол в количестве 9500 кг с концентрацией 20 % масс. упаривают до концентрации 65 % масс. Составить материальный баланс процесса упаривания с учетом производственных потерь – 1%.

2 Составить материальный баланс производства 1 кг 100%-ной гранулированной аммиачной селитры, если потери азотной кислоты в процессе производства составляют 5 %, а аммиака 3,8 %. Азотная кислота 58%-ной концентрации.

3 Составить материальный баланс синтеза 1т мочевины. Избыток аммиака составляет 125 % от стехиометрической массы. Углекислый газ содержит 4 % примесей.

4 Составить материальный баланс нейтрализатора для получения аммиачной селитры производительность 20 т нитрата аммония в час. В производстве применяется 47%-ная зотная кислота и 100 %-ный газообразный аммиак. Потери азотной кислоты и аммиака в производстве составляют 1 % от теоретически необходимого количества для обеспечения заданной производительности. Из нейтрализатора аммиачная селитра выходит в виде 60 %-ного раствора нитрата аммония в воде.

5 Составить материальный баланс контактного аппарата для каталитического окисления диоксида серы в триоксид серы производительность 10 000 м3/ч исходного газа состава % об.: SO_2 – 8,5; O_2 – 12,5; N_2 – 79 Степень окисления диоксида серы в триоксид серы составляет 98 %. Расчет вести в кг/ч.

6 Синтез мочевины осуществляется 120%-ным избытком аммиака. Степень превращения карбамата в карбамид – 88,5%. составить материальный баланс на 1000 кг аммиака. Определить достаточно ли воды, выделившейся в результате реакции, на связывание избытка аммиака.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины Б.1.Б.18 Химическая технология, проводится промежуточная аттестация в виде зачета (5 семестр) и экзамена (6 семестр).

В соответствии с Положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся КубГУ и его филиалов - зачеты выставляются по результатам успешного выполнения студентами лабораторных работ, тестирования, выполнения расчетных заданий.

Лабораторные работы считаются успешно выполненными в случае предоставления отчета (журнала), включающего тему, цель, ход работы, соответствующие таблицы, графики и ответа на теоретические вопросы по теме работы, а также аргументированность и научность выводов и результатов при их дискуссионной защите.

Шкала оценивания - «зачтено/ не зачтено» (запись в лабораторном журнале студента). «Зачтено» за лабораторную работу ставится в случае, если она выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий и правил техники безопасности. Правильно и аккуратно выполнены все записи, таблицы, рисунки, графики, вычисления, правильно проанализированы ошибки. При этом обучающимся показано свободное владение материалом по дисциплине. «Не зачтено» ставится в случае, если допущены более двух грубых ошибок в ходе выполнения и оформления работы, которые обучающиеся не могут исправить даже по требованию преподавателя или работа не выполнена полностью, тогда она возвращается на доработку и затем вновь сдаётся на проверку преподавателю.

Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену:

1. Химическое производство как сложная система. Понятие о химико-технологических системах (ХТС). Структура ХТС. Качественные (операционно-описательные и иконографические) и математические модели ХТС.
2. Структурная иерархия ХТС: молекулярные процессы → макрокинетика → аппараты →
производства → проблемы развития техносферы.
3. Качественные и количественные критерии оценки эффективности ХТС.
4. Материальные и энергетические балансы ХТС. Схемы движения материальных и энергетических потоков.
5. Значение термодинамических и кинетических (микро- и макро-) закономерностей для технологии. Факторы, определяющие скорость гомогенно и гетерогенно протекающих реакций. Роль концентрации реагентов, температуры, давления и обновления поверхности контакта

реагирующих фаз и других физико-химических факторов на течение химико-технологических процессов; важнейшие способы их регулирования.
Влияние макрокинетических факторов: гидродинамики, тепло- и массообмена.
6. Технологические приемы ускорения и замедления реакций. Катализ. Производственные процессы с применением твердых, жидких и газообразных катализаторов. Значение формы, дисперсности, пористости, прочности и других свойств твердых катализаторов. Носители и промоторы катализаторов.
7. Основные виды и ресурсы сырья. Задачи стандартизации и кондиционирования сырья.
Обогащение сырья, его значение и основные принципы. Физико-химические свойства сырья, на которых основаны процессы обогащения. Комплексное использование сырья.
8. Виды и источники энергии, применяемые в химических производственных процессах.
9. Экологизация химических производств.
10. Требования к материалам для изготовления аппаратуры (механической прочности, термической устойчивости, химической стойкости). Важнейшие виды природных, металлических, полимерных и других материалов, а также их сочетаний, используемые в производстве химической аппаратуры.
11. Классификация химико-технологических процессов в зависимости от основных законов,
определяющих скорость этих процессов: гидромеханические, тепловые, массообменные
(диффузионные), механические и химические (реактивные). Сопряжение в химико-
технологических аппаратах различных типов процессов.
12. Гидромеханические процессы. Основы гидравлики. Физические свойства жидкостей. Основное уравнение гидростатики и его практическое значение.
13. Основы гидро- и газодинамики. Характеристика установившихся и неустановившихся потоков, ламинарных и турбулентных течений. Уравнения Бернулли. Приложения уравнения Бернулли для измерения скорости и расхода жидкости.
14. Перемещение жидкостей и газов. Общие сведения о насосах и компрессорных машинах. Основные параметры насосов.
15. Движение тел в вязкой среде. Сопротивление движению тел в вязкой среде. Осаждение частиц под действием силы тяжести. Скорость осаждения. Движение жидкостей через неподвижные и пористые слои. Гидравлика кипящего (псевдоожиженного) слоя. Методы разделения гетерогенных систем.
16. Основы моделирования химико-технологических процессов. Физическое моделирование.
Теория подобия как научная основа физического моделирования. Основные критерии
гидродинамического подобия. Общий вид критериальных уравнений.

17. Тепловые процессы. Значение тепловых процессов в химической технологии. Виды передачи тепла: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение и соответствующие уравнения теплопереноса. Основное уравнения теплопередачи.
18. Нагревающие агенты и способы нагревания. Конструкция теплообменных аппаратов. Пути повышения эффективности теплообменного оборудования. Выпаривание. Основные представления. Конструкция выпарных аппаратов. Материальный и тепловой баланс выпарного аппарата.
19. Массообменные процессы. Характеристика процессов массопереноса. равновесие. Материальный баланс процессов массопереноса. Молекулярная диффузия и конвективный перенос.
20 Абсорбция. Физические основы процесса абсорбции. Материальный и тепловой баланс процесса. Устройство абсорбционных аппаратов.
21 Перегонка жидкостей. Общие сведения о простой перегонке (дистилляции) и ректификации. Характеристика двухфазных систем жидкость- пар. Дифференциальное уравнение простой перегонки.
22 Ректификация. Характеристика процесса ректификации. Непрерывная ректификация бинарных систем. Число теоретических тарелок (ЧТТ) ректификационной колонны. Устройство ректификационных колонн.
23 Химические реакционные процессы. Классификация химических реакторов, основы математического моделирования и оптимизация режимов их работы.
24 Производство серной кислоты. Виды серусодержащего сырья. Физико-химические основы и схемы контактного способа производства серной кислоты; равновесные и кинетические условия, катализаторы.
Пути интенсификации сернокислотного производства.
25 Технология связанного азота. Синтез аммиака. Способы получения азотоводородной смеси. Физико-химические основы процесса синтеза аммиака (термодинамические и кинетические особенности). Катализаторы синтеза аммиака. Выбор оптимальных условий синтеза.
26 Производство азотной кислоты. Физико-химические основы технологических процессов.
27 Минеральные соли в сельском хозяйстве. Минеральные удобрения и их классификация.
Производство калийных солей. Методы улучшения свойств удобрений: гранулирование, концентрирование, капсулирование и др. Значение и перспективы производства жидких удобрений.
28 Производство нитрата аммония. Методы улучшения физических свойств.
29 Синтез мочевины. Физико-химические условия и схемы производства.
30 Производство хлора и щелочи. Теоретические основы электролиза солевых растворов и расплавов. Производство хлора и едкого натра. Типы электролитических ванн — диафрагменные и с ртутным катодом.
31 Производство моторных топлив.
32 Производство низших олефинов, диенов и ацетилена. Их дальнейшее использование.

33 Синтезы на основе окиси углерода. Промышленные источники окиси углерода. Синтез-газ. Синтез метанола и формальдегида. Их дальнейшее использование.

Пример экзаменационного билета

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Билет № 1
Химическая технология,
направление 04.03.01 Химия,
семестр 6

1. Виды и источники энергии, применяемые в химических производственных процессах..
2. Коррозионный мониторинг. Методы коррозионного мониторинга.

Заведующий кафедры
общей и неорганической
химии и ИВТ, д-р хим. наук Буков Н.Н.

Критерии оценки:

Критерии	Оценка	Уровень
Глубокие исчерпывающие знания всего программного материала, логически последовательные, полные, грамматически правильные и конкретные ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, умение свободно выполнять практические задания, предусмотренные учебной программой: использование в необходимой мере в ответах материала, представленного в рекомендуемых учебных пособиях и дополнительной литературе.	«отлично»	повышенный (продвинутый) уровень «зачтено»
Твёрдые и достаточно полные знания всего программного материала, последовательные, правильные, конкретные ответы на	«хорошо»	базовый уровень «зачтено»

поставленные вопросы при свободном реагировании на замечания по отдельным вопросам, успешное выполнение практических заданий, предусмотренных учебной программой		
Знание и понимание основных вопросов программы, но характер знаний фрагментарный, разрозненный. Неполное выполнение практических заданий, предусмотренных учебной программой. Наличие двух-трех ошибок при недостаточной способности их корректировки	«удовлетворительно»	пороговый уровень «зачтено»
Незнание основной части материала, предусмотренного учебной программой. Непонимание сущности излагаемых вопросов. Наличие грубых ошибок в ответе, неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы экзаменаторов. Показаны знания в объеме, недостаточном для дальнейшей учебы.	«неудовлетворительно»	уровень не сформирован «не зачтено»

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

Основная:

1. Кузнецова И.М. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования ХТС [Электронный ресурс] : учебник / И. М. Кузнецова, Х. Э. Харлампиди, В. Г. Иванов, Э. В. Чиркунов; под. ред. Х.Э. Харлампиди. - Изд. 2-е, перераб. – СПб.: Лань, 2014. - 384 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/45973#book_name
2. Соколов, Р.С. Практические работы по химической технологии [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / Р. С. Соколов. - М. : ВЛАДОС, 2004. - 271 с. : ил. - (Практикум для вузов). - ISBN 5691011790 : 91 р.

Дополнительная:

1. Хейфец, Л.И. Химическая технология. Теоретические основы [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению ВПО "Химия" и специальности "Фундаментальная и прикладная химия" / Л. И. Хейфец, В. Л. Зеленко ; под ред. В. В. Лунина. - Москва : Академия, 2015. -

463 с. : ил. - (Высшее образование. Естественные науки) (Бакалавриат). - Библиогр.: с. 457-458. - ISBN 9785446803521 : 895.49.

2. Фролов, В.Ф. Лекции по курсу "Процессы и аппараты химической технологии" [Текст] : учебное пособие / В. Ф. Фролов. - [2-е изд., испр.]. - СПб. : ХИМИЗДАТ , 2008. - 607 с. : ил. - Библиогр. : с. 605-607. - ISBN 9785938081581.

3. Соколов, Р.С. Химическая технология [Текст] : учебное пособие для студентов вузов : [в 2 т.]. Т. 1 : Химическое производство в антропогенной деятельности. Основные вопросы химической технологии. Производство неорганических веществ / Р. С. Соколов. - М. : ВЛАДОС, 2003. - 367 с. : ил. - (Учебное пособие для вузов). - Библиогр. : с. 356-357. - ISBN 5691003550. - ISBN 56910035691.

4. Соколов, Р.С. Химическая технология [Текст] : учебное пособие для студентов вузов : [в 2 т.]. Т. 2 : Металлургические процессы. Переработка химического топлива. Производство органических веществ и полимерных материалов / Р. С. Соколов. - М. : ВЛАДОС, 2003. - 448 с. : ил. - (Учебное пособие для вузов). - Библиогр. : с. 443-444. - ISBN 5691003550. - ISBN 569100357711.

5. Игнатенков, В.И. Примеры и задачи по общей химической технологии [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / В. И. Игнатенков, В. С. Бесков. - М. : Академкнига, 2006. - 198 с. - (Учебное пособие для вузов). - Библиогр. : с. 195. - ISBN 5946281488.

6. Лабораторный практикум по общей химической технологии [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / [В. А. Аверьянов и др.] ; под общ. ред. В. С. Бескова. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 279 с. : ил. - (Учебник для высшей школы). - Авторы указаны на обороте тит. л. - Библиогр. в конце работ. - ISBN 9785996301096 : 227.70.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, необходимые для освоения дисциплины (модуля).

1. Электронная энциклопедия: https://ru.wikipedia.org
2. Ресурсы научной электронной библиотеки e-LIBRARY.RU: http://elibrary.ru.
3. Обучающие ресурсы Международного Союза по Кристаллографии: www.iucr.org

4. Электронные ресурсы издательства Springer: www.springerlink.com
5. Электронные ресурсы издательства Elsevier: www.sciencedirect.com

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

7.1. Организация аудиторной работы.

По курсу предусмотрено проведение лекционных и лабораторных занятий. Главной задачей лекционных занятий является передача в структурированной форме систематизированной информации большого объема. Посещение и конспектирование лекции студентами обязательно, так как способствует формированию общих подходов и принципов усвоения содержания данной дисциплины, содействует активизации мышления нацеливает на дальнейшую самостоятельную познавательную деятельность.

Лабораторная работа - форма обучения, связанная с процессом осознания изучаемого материала на основе самостоятельной предварительной учебной деятельности студентов. Выполнению лабораторной работы предшествует беседа, краткий опрос студентов, обсуждение дискуссионных вопросов изучаемой темы. Их обсуждения в условиях коллективной работы обеспечивает активное участие каждого студента. Лабораторная работа включает изучение правил техники безопасности, методик проведения и планирование эксперимента, освоение измерительных средств, овладение навыками экспериментальной работы, обработки, оформления и анализа полученных результатов. При проведении лабораторных работ сочетается индивидуальный и групповой метод выполнения работы. Отчет по лабораторной работе должен содержать: дату выполнения работы; название и цель работы; ход работы; заготовки таблиц для заполнения экспериментальных данных; наблюдаемые явления; уравнения химических реакций превращений, сопровождающих эксперимент, схемы приборов; расчеты, графики; выводы (теоретическое обоснование полученных результатов). Лабораторный журнал заполняется в процессе выполнения работы. При защите лабораторной работы студент должен уметь объяснять цели, задачи, ход проведения работы, научно аргументировать ее результаты и сделанные выводы.

7.2 Организация процесса самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов является одним из эффективных средств развития и активизации творческой деятельности студентов. Ее можно рассматривать как главный резерв повышения качества подготовки специалистов. Методологическую основу самостоятельной работы студентов составляет деятельностный подход, который состоит в том, что цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и

нетиповые задачи, т. е. на реальные ситуации, где студентам надо проявить знание конкретной дисциплины.

В современной литературе выделяют два уровня самостоятельной работы - управляемая преподавателем самостоятельная работа студентов и собственно самостоятельная работа.

Именно первый уровень наиболее значим, т.к. он предполагает наличие специальных методических указаний преподавателя, следуя которым студент приобретает и совершенствует знания, умения и навыки, накапливает опыт практической деятельности.

В зависимости от этого различают три уровня самостоятельной работы:

репродуктивный (тренировочный);

реконструктивный;

творческий.

Самостоятельные тренировочные работы выполняются по образцу: решение задач, заполнение таблиц, схем и т. д. Познавательная деятельность студента проявляется в узнавании, осмыслении, запоминании. Цель такого рода работ – закрепление знаний, формирование умений, навыков.

В ходе самостоятельных реконструктивных работ происходит перестройка решений, составление плана, тезисов, на этом уровне могут изучаться первоисточники, выполняться типовые и нетиповые расчетные задания Цель этого вида работ – научить студентов основам самостоятельного планирования.

Самостоятельная творческая работа требует анализа проблемной ситуации, получения новой информации. Студент должен самостоятельно произвести выбор средств и методов решения. Цель данного вида работ – обучение основам творчества, перспективного планирования, в соответствии с логикой организации научного исследования.

Для успешного освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

8.1 Перечень необходимого лицензионного программного обеспечения.

MS Windows (включая Windows media player), MS Office (включая MS PowerPoint), ПО для интерактивной доски SMART Board

8.2 Перечень информационных справочных систем:

Обучающимся должен быть обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, профессиональным справочным и поисковым системам:

Электронно-библиотечная система (ЭБС) BOOK.ru,

Электронная библиотечная система "Университетская библиотека ONLINE",

Электронная библиотечная система "Юрайт",

справочно-правовая система «Консультант Плюс» (http://www.consultant.ru),

Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (http://www.elibrary.ru).

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

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Лекционный курс	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: комплект учебной мебели, короткофокусный интерактивный проектор, мультимедийная кафедра, доска-экран универсальная, меловая доска (аудитория 322с)
2.	Лабораторные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа укомплектованная специализированной мебелью, вытяжной системой вентиляции, маркерной доской, средствами пожаротушения и оказания первой медицинской помощи, лабораторным оборудованием: весами аналитическими и техническими, электрическими нагревательными плитками, pH метром «Эксперт-001-1», муфельной печью, сушильным шкафом, центрифугой лабораторной ЦЕН-16, микроскопом металлографическим Альтами (аудитория 435с)
3.	Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы, оснащенное комплектом учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченная доступом в электронно-информационную среду университета (аудитория 431с).