

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

Иванов А.Г.

подпись

2016 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.Б.18 ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Направление подготовки – 04.03.01 Химия

Направленность/профиль – Аналитическая химия

Программа подготовки – академическая

Форма обучения – очная

Квалификация выпускника – бакалавр

Краснодар 2016

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) :

В.И. Зеленов, доцент, кандидат химических наук

Н.Н. Петров, доцент, кандидат химических наук



Рабочая программа дисциплины «Химическая технология» утверждена на заседании кафедры общей, неорганической химии и ИВТ в химии протокол № 8 «22» апреля 2016 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Буков Н.Н.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры аналитической химии протокол № 7 «26» апреля 2016 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Темердашев З.А.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета Химии и высоких технологий

протокол № 5 «26» апреля 2016 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 «Кубанский государственный университет»

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель дисциплины

Изучить основные аспекты функционирования современных химических производств.

1.2 Задачи дисциплины

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 профессионального цикла учебного плана. Для освоения данной дисциплины необходимы знания по дисциплинам «Неорганическая химия», «Физическая химия», «Математика», «Физика», «Органическая химия». Знания, полученные в процессе изучения дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин «Высокомолекулярные соединения» и «Социальные аспекты управления качеством», а также 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
ОПК-6, ОК-7

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-6	Знанием норм техники безопасности и умением их реализовывать в лабораторных и технологических условиях	Нормативные требования техники безопасности	Реализовывать нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях	Методами реализации норм техники безопасности в лабораторных и технологических условиях
2.	ОК-7	Способностью к самоорганизации и самообразованию	Основные методы самоорганизации и приемы самообразования	Реализовывать на практике методы самоорганизации и приемы самообразования	Способами реализации методов самоорганизации и самообразования

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:		116,5				
Аудиторные занятия (всего):		112	36	76		
Занятия лекционного типа		54	18	36	-	-
Лабораторные занятия		58	18	40	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
Иная контактная работа:						
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4	2	2		
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,5	0,2	0,3		
Самостоятельная работа, в том числе:		63,8	33,8	30		
<i>Курсовая работа</i>		-	-	-	-	-
<i>Проработка учебного (теоретического) материала</i>		63,8	33,8	30	-	-
<i>Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i>		-	-	-	-	-
<i>Реферат</i>		-	-	-	-	-
Подготовка к текущему контролю		-	-	-	-	-
Контроль:		35,7	0,0	35,7		
Подготовка к экзамену		35,7	0,0	35,7		
Общая трудоемкость	час.	216	84	132	-	-
	в том числе контактная работа	116,5	38,2	78,3		
	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

№ разд ела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Базовые понятия химической технологии		2	-	18	33,8
2.	Сырьё химической промышленности		2	-		
3.	Гидромеханические процессы химической промышленности		2	-		

4.	Массообменные процессы		2			
5.	Процессы теплообмена		2			
6.	Химические реакторы и ХТС		4			
7.	Каталитические процессы		2			
8.	Коррозия хим. оборудования		2			
9.	Технология отдельных производств		36		40	30
	Итого по дисциплине:	112,0	54,0	0,0	58,0	63,8

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего 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, Т
2.	Сырьё 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 сырьё 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, 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 сведения о насосах и компрессорных машинах. Основные параметры насосов.	ЛР, Т

4.	Массообменные 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 ХТС. Способы отображения, структуры ХТС. Работа ХТС с различными типами технологических связей аппаратов.	ЛР, Т
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		ЛР, 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, Т

Формы **текущего контроля**: защита лабораторной работы (ЛР), написание реферата (Р), коллоквиум (К), тестирование (Т).

2.3.2. Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Физико-химические основы технологии	Лабораторная работа №1 «Очистка воды катионированием» Лабораторная работа №2 «Синтез NaOH электролизом NaCl» Лабораторная работа №3 «Синтез пленкообразующих связующих» Лабораторная работа №4 «Синтез HCl»	зачет
2.	Технология отдельных производств	Комплекс виртуальных работ, моделирующих различные производства	зачет

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

№	Вид работ	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Лекционный курс	Электронно-информационная система университета, библиотека университета, информационные электронные ресурсы сети «Интернет»
2.	Лабораторные занятия	Лабораторные практикумы кафедры общей и неорганической химии и ИВТ, виртуальные лабораторные работы

2. Образовательные технологии

Интерактивные презентации, используются при подаче обучающимся лекционного материала.

Решение проблемных задач в малых группах, используются для практического понимания обучающимися подаваемого теоретического материала.

3. 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.

3.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

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

Примерные вопросы для самопроверки и подготовки к написанию контрольных работ:

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 азотная 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, состав исходного газа (% об.): SO₂ – 8,5; O₂ – 12,5; N₂ – 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.

3.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

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 промотеры 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 папамамабабанюнюбибииспользование 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). Сопряжения 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 (псевдоожигенного) 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 нагрева. 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 серосодержащего 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.

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. Харлампики, В. Г. Иванов, Э. В. Чиркунов; под. ред. Х.Э. Харлампики. - 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», необходимых 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

СР состоит, из подготовки темы по конспекту лекций, и поиска дополнительной информации по тематике лекционного задания, а также ответ на вопросы при проведениях коллоквиума.

Выполнений и отработки навыков расчета проводимых расчетных примеров во время лабораторных занятий.

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

8.1 Перечень необходимого программного обеспечения

Microsoft Office Excel 2007, Microsoft Office PowerPoint 2007

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

№	Вид работ	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Лекционный курс	Аудитория с мультимедийным оборудованием
2.	Лабораторные занятия	Специализированная лаборатория с комплектом необходимых реактивов и оборудования