

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»

Институт химии

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института химии
д.х.н., профессор Федотова О.В.

"30" августа 2018 г.



Рабочая программа дисциплины
"Технология химических процессов и производств"

Направление подготовки
20.03.01 – Техносферная безопасность

Профиль подготовки
Промышленная безопасность технологических процессов и производств

Год начала подготовки по учебному плану - 2018

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

очная

Саратов,
2018

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Аниськова Татьяна Владимировна	<i>Т.В. Аниськова</i>	30.08.2021
Председатель НМК	Крылатова Яна Георгиевна	<i>Я.Г. Крылатова</i>	30.08.2021
Заведующий кафедрой	Кузьмина Раиса Ивановна	<i>Р.И. Кузьмина</i>	30.08.2021
Специалист Учебного управления			

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины *«Технология химических процессов и производств»* является формирование компетенций связанных с:

- знанием общих методов и приемов использования закономерностей химических и технологических наук для решения задач химической технологии применительно к массовому производству;
- формированием и развитием у студентов основы технологического и экологического мышления;
- выработкой навыков владения современными методами промышленного производства; важнейших химических и нефтехимических производств;

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина *«Технология химических процессов и производств»* входит в базовую часть профессионального цикла.

Обучение по данной дисциплине базируется главным образом на знаниях, полученных студентами в процессе изучения курсов «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Высшая математика», «Физика».

Полученные в результате изучения данной дисциплины знания и навыки необходимы студенту для успешного изучения дисциплин: «Опасные производства Саратовской области», «Надежность технических систем и техногенный риск», выполнения выпускной квалификационной работы.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины *«Технология химических процессов и производств»*:

- способностью использовать законы естественных наук при решении профессиональных задач (ПК-22)
- способностью применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных (ПК-23).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

•Знать:

- теоретические основы химико-технологических процессов;

- общее представление о структуре химико-технологических систем;
- типовые химико-технологические процессы производства;
- основные химические производства;
- устройство и принципы работы современного технологического оборудования и приборов
- устройство и принципы работы современного технологического оборудования и приборов

• Уметь:

- рассчитывать основные характеристики химического процесса;
- выбирать рациональную схему производства заданного продукта;
- оценивать технологическую эффективность производства;
- проводить стандартные эксперименты, обрабатывать, интерпретировать результаты и делать выводы;

• Владеть:

- методами анализа эффективности работы химических производств;
- определением технологических показателей процесса;
- навыками физико-химического анализа и опытом осуществления основных технологических процессов на лабораторных установках.

4. Структура и содержание дисциплины «Технология химических процессов и производств».

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц 216 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Се м е ст р	Недел я семест ра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				лекци и	лаб. раб	срс	
1	Содержание и задачи	4	1	2	4	8	Техника

	химической технологии.						безопасности
2	Сырье и энергетика химических процессов.	4	2-3	4	8	8	Отчет по теме практической работы. Решение задач.
3	Критерии эффективности химико-технологических процессов.	4	4	2	4	8	Разбор конкретных ситуаций. Контрольная работа №1.
4	Классификация химико-технологических производств.	4	5	2	4	8	Отчет по теме практической работы.
5	Материальный и тепловой баланс химического производства.	4	6	2	4	8	Решение задач. Контрольная работа № 2
6	Технология связанного азота.	4	7-11	10	20	8	Отчет по теме практической работы. Аукцион знаний. Разбор конкретных ситуаций.
7	Технология получения серной кислоты.	4	12-13	4	8	8	Отчет по теме практической работы. Интеллектуальный футбол.
8	Технология минеральных удобрений.	4	14-16	6	12	8	Отчет по теме практической работы. Мозговой штурм.
9	Производство органических веществ	4	17-18	4	8	8	Итоговое тестирование. Контрольная работа №3.
	Промежуточная аттестация.						Экзамен 36 (Приложение 3)
	Итого:			36	72	72	216

4.1 Содержание лекционного курса Содержание и задачи химической технологии.

Значение химической технологии для различных отраслей промышленности. Особенности химической технологии как науки. Возникновение и развитие отечественной химической технологии. Структура и особенности химической промышленности. Состояние химической промышленности в РФ. Основные тенденции развития химической технологии. Сущность и методы составления и изображения материальных и энергетических балансов. Определения выходов продукции и коэффициентов полезного действия. Экологические требования, предъявляемые к рациональному производственному процессу.

Сырье и энергетика химических процессов.

Основные виды и ресурсы сырья. Определение, классификация и требования к химическому сырью. Подготовка химического сырья к переработке. Обогащение минерального сырья, его значение и основные принципы. Сущность комплексного использования сырья. Значение воды в химической технологии. Промышленная подготовка воды. Источники водоснабжения химических производств.

Человеческое общество и проблема энергии. Использование энергии в химическом процессе. Энергетика в химической промышленности. Виды и источники энергии, применяемые в химических производственных процессах. Сущность комплексного энергохимического использования горючих ископаемых и применение тепла экзотермических процессов, регенерации и повторного применения энергии. Рациональное использование энергии в химическом процессе. Использование новых видов энергий в химической промышленности.

Критерии эффективности химико-технологических процессов.

Содержание химико-технологического процесса. Общая характеристика и классификация процессов. Основные процессы химической технологии: гидромеханические, тепловые, массообменные. Понятие о степени превращения, интегральной и дифференциальной селективности, выходе, производительности, мощности, интенсивности. Взаимосвязь важнейших химико-технологических критериев эффективности. Управление химическим производством.

Материальный и тепловой баланс химического производства.

Материальные потоки. Закон сохранения массы. Графическое выражение материального баланса. Закон сохранения энергии.

Технология связанного азота.

Технология связанного азота. Потребности народного хозяйства в соединениях азота. Методы связывания атмосферного азота. Синтез аммиака. Физико-химические основы синтеза аммиака. Технологическая схема производства аммиака. Совершенствование аммиачного производства.

Производство разбавленной азотной кислоты. Применение азотной кислоты. Краткий исторический очерк производства азотной кислоты. Сырьё для производства азотной кислоты. Окисление аммиака и оксидов азота. Физико-химические основы технологических процессов, влияние давления, кислорода. Концентрирование разбавленной азотной кислоты. Прямой синтез концентрированной азотной кислоты. Перспективы развития азотнокислого производства.

Технология получения серной кислоты.

Классификация серной кислоты в промышленности. Сырьевая база. Физико-химические основы процесса. Аппараты получения серной кислоты. Подготовка сырья. Окисление диоксида серы. Технологическая схема получения серной кислоты методом двойного контактирования двойной абсорбции. Нитрозный метод получения серной кислоты. Применение серной кислоты в промышленности. Производство серной кислоты из железного колчедана, из серы.

Технология производства минеральных удобрений.

Агротехническое значение минеральных удобрений. Классификация минеральных удобрений. Ассортимент и масштабы производства минеральных удобрений. Типовые процессы солевой технологии. Производство калийных удобрений: флотационный способ, галургический способ. Производство азотных удобрений. Производство нитрата аммония. Физико-химические основы процесса. Аппарат ИТН. Производство фосфорных и комплексных удобрений. Сырьевая база. Производство двойного суперфосфата.

Производство органических веществ.

Продукты основного органического синтеза. Сырьё и процессы основного органического синтеза. Значение и перспективы развития основного органического синтеза. Производство уксусной кислоты и уксусного ангидрида: свойства и применение. Производство уксусной кислоты окислением ацетальдегида: физико-химические основы процесса, механизм, технологическая схема. Технологическая схема совместного производства уксусной кислоты и уксусного ангидрида. Получение фенола:

методы, сырьевая база, катализаторы процесса, физико-химические особенности, механизм, побочные продукты. Технологическая схема кумольного метода получения фенола.

5. Образовательные технологии

При освоении дисциплины используются следующие образовательные технологии: курс лекций с мультимедийными материалами (в программе Power Point), консультации, промежуточный тестовый контроль знаний студентов, практические занятия, контрольная работа.

Предусмотрено использование в учебном процессе интерактивных форм обучения, разбор конкретных ситуаций (подбор оптимального сырья и условий проведения процесса конкретного химического производства, варианты снижения себестоимости продукции нефтяной промышленности, совершенствование методов очистки газовых выбросов и сточных вод конкретных химических производств).

Часть практических работ привязаны к темам самостоятельной работы и позволят контролировать уровень самостоятельной подготовки студентов.

При освоении данного курса инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья предоставляется больше времени на выполнение работ, дополнительное оборудование, в частности ноутбук, который находится в распоряжении Института специально для работы на нем только инвалидов. Также данной категории студентов дается больше времени на ответы.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Самостоятельная работа студентов, направленная на углубление и закрепление знаний, а также развитие практических умений заключается в:

- работе обучающихся с лекционным материалом, поиске и анализе материалов из литературных и электронных источников информации по заданной теме,
- выполнении домашних заданий,
- оформлении отчетов по практическим работам,

- переводе материалов из тематических информационных ресурсов с иностранных языков,
- изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку,
- изучении теоретического материала к практическим занятиям,
- изучении методических указаний и подготовке к выполнению практических работ,
- подготовке к экзамену.

На самостоятельную работу вынесены следующие вопросы:

1. Технология переработки твердого и жидкого топлива.

Определение, классификация и состав топлив. Энергетические характеристики топлив. Роль нефти, как сырья для органического синтеза. Происхождение, состав и свойства нефтей. Нефтепродукты. Общая схема переработки нефти. Подготовка нефти к переработки. Первичная перегонка нефти. Физические и химические методы переработки нефти. Термохимические превращения углеводородов. Прямая атмосферно-вакуумная перегонка нефти. Термический и каталитический крекинг. Каталитический риформинг и платформинг. Пиролиз нефтепродуктов. Очистка нефтепродуктов. Коксование нефтяных остатков. Виды и происхождение твердых топлив. Каменные угли: строение и свойства. Общая схема коксохимического производства. Гидрирование твердого топлива. Совершенствование процессов переработки твердого топлива.

2. Производство и переработка газообразного топлива.

Классификация и состав газообразных топлив. Сырьевая база. Использование газообразного топлива. Переработка нефтяных газов (попутного нефтяного газа, крекинг-газа). Переработка обратного коксового газа. Газификация твердого топлива.

3. Электрохимические производства.

Теоретические основы промышленного электролиза. Количественные характеристики процесса электролиза. Электролиз водного раствора хлорида натрия: подготовка сырья, электролиз с использованием железного катода, ртутного катода. Переработка продуктов электролиза. Общая схема производства.

Производство соляной кислоты: физико-химические основы процесса, технологическая схема производства соляной кислоты.

4. Технология полимерных материалов.

Сырьевая база. Свойства и применение полимерных материалов. Производство бутадиена-1,3. Производство стирола. Производство полиэтилена низкого и высокого давления.

Проверка вышеперечисленных вопросов для самостоятельной работы осуществляется при контроле выполнения практических работ в аудитории, а также на итоговом тестировании.

Перечень лабораторных работ.

1. Технический анализ топлив, определение теплотворной способности и содержания воды в топливе.
2. Контрольно-измерительные приборы для измерения температуры
3. Контрольно-измерительные приборы давления и расхода газов.
4. Производство азотной кислоты окислением аммиака.
5. Получение двойного суперфосфата, производство соды аммиачным способом.
6. Пиролиз.
7. Ректификационная колонна.
8. Изучение процесса (риформинга, изомеризации, каталитического крекинга) на установке проточного типа.
9. Получение преципитата

Перечень вопросов для оценки знаний студентов по курсу «Технология химических процессов и производств»

1. Закономерности и методы химической технологии. Значение термодинамических и кинетических (микро и макро) закономерностей для технологии.
2. Сущность комплексного использования сырья.
3. Значение воды в химической технологии.
4. Способы обогащения минерального сырья.
5. Основные тенденции развития химической технологии.
6. Сущность и методы составления и изображения материальных и энергетических балансов.
7. Определения выходов продукции и коэффициентов полезного действия.
8. Экологические требования, предъявляемые к рациональному производственному процессу.
9. Основные элементы теории реакторов.
10. Уравнение материального баланса реакторов.
11. Реакторы с различным режимом движения среды: реактор идеально смешения, вытеснения, каскад реакторов.
12. Реактор идеального вытеснения, каскад реакторов.

13. Реакторы с различным тепловым режимом. Математическое описание реакторов.
14. Основные виды и ресурсы сырья. Обогащение минерального сырья и сущность комплексного его использования.
15. Промышленная подготовка воды. Основные методы очистки вод от вредных примесей.
16. Виды и источники энергии, применяемые в химических производственных процессах.
17. Сущность комплексного энергохимического использования горючих ископаемых и применение тепла экзотермических процессов, регенерации и повторного применения энергии
18. Технология получения синтез-газа. Конверсия метана водяным паром и кислородом.
19. Технология синтеза аммиака. Промышленные способы синтеза аммиака.
20. Технология азотной кислоты. Производства разбавленной азотной кислоты.
21. Производство концентрированной азотной кислоты.
22. Концентрирование разбавленной HNO_3 с помощью водоотнимающих агентов.
23. Технология производства серной кислоты. Технологическая схема по методу ДКДА.
24. Технология минеральных удобрений. Производство простого суперфосфата. Аппарат использования теплоты нейтрализации.
25. Технологическая схема производства простого гранулированного суперфосфата.
26. Производства гранулированного суперфосфата камерным и поточным методом.
27. Технология производства аммиачной селитры. Аппарат использования теплоты нейтрализации.
28. Технология получения уксусной кислоты.
29. Производство муравьиной кислоты. Физико-химические основы и технологическая схема.
30. Свойства и применение полимерных материалов.
31. Производство бутадиена-1,3.
32. Производство стирола.
33. Производство полиэтилена низкого и высокого давления.
34. Количественные характеристики процесса электролиза.

35. Электролиз водного раствора хлорида натрия: подготовка сырья, электролиз с использованием железного катода.
36. Электролиз водного раствора хлорида натрия: подготовка сырья, электролиз с использованием ртутного катода.
37. Критерии эффективности химико-технологических процессов.
38. Нефть, её происхождение и состав.
39. Нефтепродукты.
40. Краткая история развития переработки нефти.
41. Общая схема переработки нефти.
42. Первичная перегонка нефти.
43. Крекинг нефтепродуктов.
44. Каталитический риформинг нефтепродуктов.
45. Очистка нефтепродуктов.
46. Гидроочистка.
47. Установка ЭЛОУ-АВТ.
48. Виды и происхождение твердых топлив.
49. Строение и свойства каменных углей.
50. Общая схема коксохимического производства.
51. Классификация каменных углей.
52. Сырьё коксохимического производства.
53. Переработка продуктов коксования.
54. Гидрирование твердого топлива.
55. Совершенствование процессов переработки твердого топлива.
56. Ректификация. Сущность и назначение процесса.
57. Классификация и состав газообразных топлив. Сырьевая база.
58. Переработка нефтяных газов (попутного нефтяного газа, крекинг-газа).
59. Переработка обратного коксового газа.

Примерные задачи к контрольной работе №1.

1. Определите состав смеси и степень превращения для (X_B) для реакции $A+2B \rightarrow 2R+S$, если $X_A=0,6$; $C_{A,0}=1$ кмоль/м³, $C_{B,0}=1$ кмоль/м³.

2. Для реакции гидрирования бензола $C_6H_6 + 3H_2 \rightarrow C_6H_{12}$ проводимой при мольном соотношении реагентов $C_6H_6 : H_2 = 1 : 10$, степень превращения бензола $X=0.95$. Рассчитайте мольный состав смеси, если исходное количество бензола равно 10 моль.

3. Рассчитайте выход продукта P, если известно, что при проведении последовательных процессов $A+B \rightarrow P+R$, $P+M \rightarrow S+Z$ получено 12 моль

продукта Р, 4 моль продукта S, а для проведения реакции было взято по 20 моль реагентов А и В.

4. Рассчитайте полную селективность, если при проведении последовательных реакций $A \rightarrow R + M$ (целевая реакция), $R \rightarrow S + N$ (побочная реакция) получено 6 моль продукта R и 2,5 моль продукта S.

5. Определите выход продукта R и степень превращения X_A реагента А, если обратимая реакция $A \leftrightarrow 2R$ протекает при условии, когда равновесная степень превращения $X_{A,e} = 0,75$, а отношение концентраций продукта и реагента после окончания реакции составляет $C_R:C_A=1$.

Примерные задачи к контрольной работе №2.

1. Составьте материальный баланс синтеза метанола из синтез-газа, если производительность по синтез-газу 2400 кг/ч, мольное соотношение $n_{CO}:n_{H_2}=1:3$, если степень превращения $X_{CO}=0,3$, селективность $\varphi_{CH_3OH}=0,9$, $\varphi_{CH_4}=0,07$. Необходимо учитывать следующие реакции $CO+2H_2 \rightarrow CH_3OH$, $2CH_3OH \rightarrow (CH_3)_2O + H_2O$, $CH_3OH + H_2 \rightarrow CH_4 + H_2O$.

2. На упаривание поступает 9200кг/час 56%-го раствора аммиачной селитры. После упаривания из выпарного аппарата выводится 5350 кг/час раствора аммиачной селитры с концентрацией 96%. Составьте материальный баланс процесса упаривания.

3. Составьте материальный баланс получения пропионового альдегида по следующим реакциям: $C_2H_4 + CO + H_2 \rightarrow CH_3CH_2COH$, $2C_2H_4 + CO + H_2 \rightarrow C_2H_5COC_2H_5$, если выход альдегида составляет 80%, $\varphi_{C_3H_6O}=0,85$, мольные соотношения реагентов $C_{CO} : C_{H_2} = 1$; $C_{C_2H_4} : C_{CO}=0,6$, производительность по альдегиду составляет 46400 кг/ч.

Примерные задачи к контрольной работе №3.

1. Определите объем проточного реактора идеального смешения, необходимый для достижения степени превращения исходного реагента $X_A=0,85$ при проведении реакции $2A \rightarrow R + S$, если $C_{A,0}=2,5$ кмоль/м³, $K=18,2$ м³/кмоль ·ч, реагенты подают в реактор с объемным расходом 1,2 м³/ч.

2. Определите степени превращения реагентов А и В на выходе из проточного реактора идеального смешения объемом 0,5 м³ при проведении реакции $A+B \rightarrow R+S$, если $C_{A,0}=1,2$ кмоль/м³, $C_{B,0}=1,6$ кмоль/м³, объемный расход $V=5$ м³/ч, константа скорости $K=12$ м³/кмоль ·ч.

3. В реакторе идеального вытеснения проводят реакцию $A+B \rightarrow R + S$. Определите производительность по продукту R, если известно, что $C_{A,0} = C_{B,0} = 2$ кмоль/м³, объем реактора 1,4 м³, объемный расход $V=28$ м³/ч, константа скорости $K=18$ м³/кмоль · ч.
4. Рассчитайте среднее время пребывания реагентов в реакторе идеального смешения, необходимое для достижения степени превращения исходного реагента $X_A=0.8$. В реакторе протекает реакция второго порядка $2A \rightarrow R + S$, скорость которой описывается при постоянной температуре кинетическим уравнением $W_{r,A}=2,5 \cdot C_A^2$. Начальная концентрация реагента A на входе в реактор равна $C_{A,0} = 4$ кмоль/м³.
5. Определите среднее время пребывания реагента в проточном реакторе идеального вытеснения для условий задачи №4.
6. Проводится жидкофазная реакция первого порядка $A \rightarrow R$ с константой скорости равной $0,45$ мин⁻¹. Объемный расход реагента составляет 30л/мин. Сравните степень превращения вещества A, достигаемую в реакторе смешения и вытеснения объемом 150 л. каждый.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности (контрольные работы, тест)	Промежуточная аттестация (экзамен)	Итого
4	9	15		8		28	40	100

Программа оценивания учебной деятельности студента по дисциплине

Лекции

Диапазон баллов	Критерий оценки
0 баллов	Посещение менее 7 лекционных занятий
1-2 балла	Посещение 7-9 лекционных занятий
3-4 баллов	Посещение 10-12 лекционных занятий
5-6 баллов	Посещение 13-15 лекционных занятий
7-8 баллов	Посещение 16-17 лекционных занятий
9 баллов	Посещение 18 лекционных занятий и участие в лекционных дискуссиях

Лабораторные занятия

Количество баллов за 1 работу (всего предусмотрено 5 работ)	Критерий оценки
0	Работа не выполнена
1	Работа выполнена, но не оформлена
2	Работа выполнена и аккуратно оформлена
3	Работа выполнена самостоятельно, аккуратно оформлена и сдана в срок, студентом даны исчерпывающие ответы на все вопросы.

Практические занятия

Не предусмотрены

Самостоятельная работа

Предусматривает самостоятельное решение задач по темам: реактора химических производств, кинетика химических процессов. Количество баллов за 1 тему равно 4.

	0	1-2	3-4
домашнее задание (решение задач)	Работа не выполнена	Выполнено менее 50% работы	Выполнено от 80 до 100% работы.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности

Предусматривает решение в течение семестра трёх контрольных работ в аудитории по темам: основные критерии химико-технологического процесса, составление материального и теплового балансов, реактора в химико-технологическом производстве. Каждая контрольная оценивается максимально 6 балла. По итогам освоения дисциплины предусмотрено тестирование. Максимальное количество баллов равно 10.

	0	1-2	3-4	5-6
Контрольная работа	Работа не выполнена	Выполнено менее 50% работы	Выполнено от 50 до 79% работы	Выполнено от 80 до 100% работы

	0	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10
Тестирование	нет ни одного правильного ответа	количество правильных ответов до 20%.	количество правильных ответов от 20 до 40%.	количество правильных ответов от 41 до 60%.	количество правильных ответов от 61 до 80%.	количество правильных ответов больше 81%.

при проведении промежуточной аттестации

ответ на «отлично» оценивается от 35 до 40 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 27 до 34 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 20 до 26 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» от 0 до 19 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 4 семестр по дисциплине *«Технология химических процессов и производств»* составляет 100 баллов.

Таблица 2. Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине *«Технология химических процессов и производств»* в оценку (экзамен):

85-100 баллов	«отлично»
70-84 баллов	«хорошо»
55-69 баллов	«удовлетворительно»
0 -54 баллов	«не удовлетворительно»

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) *«Технология химических процессов и производств»*

а) основная литература:

1. Пугачев, В. М. Химическая технология [Электронный ресурс] / В. М. Пугачев. - Москва : КемГУ (Кемеровский государственный университет), 2014. - ISBN978-5-8353-1682-3 : Б. ц.. ЭБС «Лань»

2. Лисовская Д. П. Производственные технологии [Электронный ресурс] : учебник / Лисовская Д. П. - Минск : Высшая школа, 2009. - 400 с. - ISBN 978-985-06-1711-8 : Б. ц.

Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

б) дополнительная литература:

1. Игнатенков В.И., Бесков В.С. Примеры и задачи по общей химической технологии: Учеб. пособие для вузов – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 198 с.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные лаборатории № 10, 11 (для проведения лабораторных и практических занятий), нижняя аудитория 1-го учебного корпуса (для проведения лекционных занятий), Хроматограф Кристалл-5000; Рефрактометр УРФ-22; Печи электрические-1000; Часы газовые ГСБ-400 кл; Установка пиролиза; Установка дегидрирования углеводородов; Весы ВЛА-200; Весы АДВ-200; Насос Камовского; Шкаф сушильный SNOЛ 58/350; Шкаф сушильный КПС-1-2D; Колориметр фотоэлектрический однолучевой КФО; Колориметр КФ-77; ЛАТР; Реактор проточного типа; Реактор смешения; Реометры; миллиамперметры; Термопары; Аквадистиллятор ДЭ10; Гидравлический пресс; Электрохолодильник; Компьютер; Баллоны с CO₂ и N₂; Вытяжной шкаф.

Обучающиеся инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья будут обеспечены печатными и электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность» и профилю подготовки бакалавров «Промышленная безопасность технологических процессов и производств».

Автор к.х.н., доцент Аниськова Т.В.

Программа одобрена на заседании кафедры нефтехимии и техногенной безопасности от «30» августа 2018 года, протокол № 1 .