


МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Институт химии
УТВЕРЖДАЮ

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


"23" 08 2018 г.

Рабочая программа дисциплины
"Общая химическая технология"

Направление подготовки
18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки
Химическая технология природных энергоносителей и углеродных
материалов

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
очная

Саратов, 2018 год

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Аниськова Татьяна Владимировна		30.08.18
Председатель НМК	Крылатова Яна Георгиевна		30.08.18
Заведующий кафедрой	Кузьмина Раиса Ивановна		30.08.18
Специалист Учебного управления			

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Общая химическая технология»

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 производств;
- формированием практических навыков решения конкретных технических задач и умением проектировать типовые технологические схемы основных химико-технологических процессов.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Общая химическая технология» (Б1.Б.19) относится к базовой части блока «Дисциплины» ООП по направлению 18.03.01 – Химическая технология.

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, термодинамика.

Полученные в результате изучения данной дисциплины знания и навыки необходимы инженеру для системного подхода к проектированию и созданию технологических схем производства, проведения технологических расчетов и моделирования реакторов и технологических процессов и в целом найдут применение в ходе изучения дисциплин:

- Системы управления химико-технологическими процессами;
- Химическая технология топлив и углеродных материалов;

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Общая химическая технология»:

- готовностью проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов (ПК-17).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

•Знать:

- теоретические основы химико- технологических процессов;
- общее представление о структуре химико-технологических систем;
- типовые химико-технологические процессы производства;
- состав, структуру и способы расчета основных экономических показателей химико-технологического производства;
- основные химические производства;
- основные реакционные процессы и реакторы химических и нефтехимических технологий;

•Уметь:

- рассчитывать основные экономические показатели химико-технологического производства;
- оценивать технологическую эффективность производства,
- выбирать рациональную схему производства,
- рассчитывать технологические параметры производства;

• Владеть:

- определением технологических показателей процесса;
- методами анализа экономической эффективности производства на основании показателей процесса;
- методами анализа эффективности работы технологического процесса;
- навыками определения технологических параметров производства.

4. Структура и содержание дисциплины (модуля) «Общая химическая технология».

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц 216 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Се ме ст р	Неде ля семес тра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				лекц ии	лаб. раб.	срс	
1	Содержание и задачи химической технологии.	6	1	2	16	36	Введение в лабораторный практикум. Техника безопасности. Входной контроль. (Приложение 1) Решение задач на тему: «Составление материального и теплового балансов технологических процессов».
2	Сырье и энергетика химических процессов.	6	2-3	4	10		Отчет по теме лабораторной работы.
3	Общие закономерности технологических процессов.	6	4-6	6	16	4	Отчет по теме лабораторной работы.
4	Химико-технологические процессы. Критерии эффективности химико-технологических процессов.	6	7	2	6	6	Решение задач на тему: оценка критерий процессов (выход продуктов, производительность, степень превращения сырья)
5	Важнейшие промышленные химические	6	8-16	18	20	20	Отчет по теме лабораторной работы.

	производства.						Промежуточный контроль успеваемости студентов Контрольная работа
6	Химические реакторы.	6	17-18	4	4	6	Ролевая игра по теме: моделирование процессов в химических реакторах (реактор идеального смешения, идеального вытеснения и каскад реакторов). Итоговое тестирование по результатам освоения дисциплины (Приложение 3)
	Итого часов (зачетных единиц трудоемкости)		18	36	72	72	экзамен 36
Итого:							216

Содержание лекционного курса

Содержание и задачи химической технологии.

Значение химической технологии для различных отраслей промышленности. Основные тенденции развития химической технологии. Важнейшие технологические понятия и определения. Схемы движения материальных и энергетических потоков. Периодические, полунепрерывные и непрерывные процессы. 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. Обогащение минерального сырья, его значение и основные принципы. Физико-химические свойства сырья, на которых основаны процессы обогащения. Сущность комплексного использования сырья. Значение воды в химической технологии.

Промышленная подготовка воды. Основные методы очистки вод от вредных примесей.

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.

Общие закономерности технологических процессов.

Равновесие химических реакций. Способы смещения равновесия. Термодинамический анализ. Изменение скорости гомогенных и гетерогенных реакций. Гомогенный и гетерогенный катализ.

Химико-технологические процессы. 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.

Важнейшие промышленные химические производства.

Технология связанного азота. Синтез аммиака. Технологическая схема производства аммиака. Производство разбавленной азотной кислоты. Окисление аммиака и оксидов азота. Физико-химические основы технологических процессов, влияние давления, кислорода. Концентрирование разбавленной азотной кислоты. Технология органических соединений. Промышленный органический синтез, его развитие и значение. Сырьевая база и исходные вещества. Технология производства серной кислоты. Технология производства минеральных удобрений.

Химические реакторы.

Основные элементы теории реакторов. Уравнение материального баланса реакторов. Реакторы с различным режимом движения среды: реактор идеально смешения, вытеснения, каскад реакторов. Сравнение реакторов различного типа. Реакторы с различным тепловым режимом. Математическое описание реакторов.

5. Образовательные технологии

При освоении дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- весь курс лекций (36 ч.) сопровождается мультимедийными материалами (в программе Power Piont);
- подготовлен инновационный учебный материал для лабораторных занятий.
- лабораторные занятия предполагается осуществлять в форме деловых игр, с обсуждением различных вариантов осуществления поставленных задач, по тематике лабораторные работы будут 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 студента заключается в освоении теоретического материала, подготовка, расчет и оформление лабораторных работ, выполненных в аудитории.

Итоговая аттестация студентов с ограниченными возможностями проводится индивидуально, также для данных студентов увеличивается время подготовки для ответа.

На самостоятельную работу вынесены следующие вопросы:

- технология производства органических соединений: уксусной кислоты, ацетальдегида, спирта, муравьиной кислоты;
- расчет хроматограмм процесса пиролиза;
- расчет числа теоретических тарелок процесса ректификации;
- расчет материальных балансов по органическим производствам;
- приборы для измерения температуры;
- приборы для измерения давления;
- приборы для измерения расхода газов, пара, жидкостей;
- адсорбционные методы разделения газовых смесей;
- разделение жидких смесей методом ректификации;

- технический анализ топлив;
- промышленный катализ;
- технологические характеристики твердых катализаторов;
- экономика химического производства;
- технико-экономические показатели химического производства.
- структура экономики химического производства;
- основной органический синтез;
- сырье и процессы основного органического синтеза;
- значение и перспективы развития основного органического синтеза;
- классификация и состав газообразного топлива;
- сырьевые источники природного газообразного топлива;
- использование газообразного топлива;
- переработка нефтяных газов;
- переработка обратного коксового газа.

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.

Перечень вопросов для оценки знаний студентов по курсу «Общая химическая технология»

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. Факторы, определяющие скорость гомогенно протекающих реакций.
10. Роль концентраций реагентов, температуры, давления и обновления поверхности контакта реагирующих фаз и других физико-химических факторов на течение химико-технологических процессов.
11. Технологические приемы ускорения и замедления реакции. Катализ. Производственные процессы с применением твердых, жидких и газообразных катализаторов.
12. Основные элементы теории реакторов.
13. Уравнение материального баланса реакторов.
14. Реакторы с различным режимом движения среды: реактор идеально смешения, вытеснения, каскад реакторов.
15. Реактор идеального вытеснения, каскад реакторов.
16. Реакторы с различным тепловым режимом. Математическое описание реакторов.
17. Основные виды и ресурсы сырья. Обогащение минерального сырья и сущность комплексного его использования.
18. Промышленная подготовка воды. Основные методы очистки вод от вредных примесей.
19. Виды и источники энергии, применяемые в химических производственных процессах.
20. Сущность комплексного энергохимического использования горючих ископаемых и применение тепла экзотермических процессов, регенерации и повторного применения энергии
21. Технология получения синтез-газа. Конверсия метана водяным паром и кислородом.
22. Технология синтеза аммиака. Промышленные способы синтеза аммиака.
23. Технология азотной кислоты. Производства разбавленной азотной кислоты.
24. Производство концентрированной азотной кислоты.
25. Концентрирование разбавленной HNO_3 с помощью водоотнимающих агентов.
26. Технология производства серной кислоты. Технологическая схема по методу ДКДА.
27. Технология минеральных удобрений. Производство простого суперфосфата. Аппарат использования теплоты нейтрализации.
28. Технологическая схема производства простого гранулированного суперфосфата.

29. Производства гранулированного суперфосфата камерным и поточным методом.
30. Технология производства аммиачной селитры. Аппарат использования теплоты нейтрализации.
31. Технология получения уксусной кислоты.
32. Технология получения ацетальдегида. Процессы жидкофазной и газофазной гидратации ацетилен.
33. Технология получения ацетальдегида. Синтез ацетальдегида окислением этилена.
34. Технология производства спиртов. Производство этанола. Технологическая схема прямой гидратации этилена.
35. Производство муравьиной кислоты. Физико-химические основы и технологическая схема.
36. Критерии эффективности химико-технологических процессов.
37. Равновесие химических реакций.
38. Способы смещения равновесия химических реакций.
39. Разделение жидких смесей методом ректификации.
40. Технический анализ топлив.
41. Промышленный катализ.
42. Технологические характеристики твердых катализаторов.
43. Экономика химического производства.
44. Техничко-экономические показатели химического производства.
45. Структура экономики химического производства.
46. Основной органический синтез.
47. Сырье и процессы основного органического синтеза.
48. Значение и перспективы развития основного органического синтеза.
49. Классификация и состав газообразного топлива.
50. Сырьевые источники природного газообразного топлива.
51. Использование газообразного топлива.
52. Переработка нефтяных газов.
53. 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 Р, 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 9200 кг/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: $C_2H_4 + CO + H_2 \rightarrow CH_3CH_2CONH$, $2C_2H_4 + CO + H_2 \rightarrow C_2H_5COC_2H_5$, 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 $W_{г,А}=2,5 \cdot C_A^2$. Начальная концентрация реагента А 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 А, 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	Промежуточная аттестация (экзамен)	Итого
6	10	30	0	2		18	40	100

Лекции

Диапазон баллов	Критерий оценки
0 баллов	Посещение менее 3 лекционных занятий (менее 28%)
1-3 балла	Посещение 4-6 лекционных занятий (28-39%)
4-5 баллов	Посещение 7-9 лекционных занятий (44-50%)
6-7 баллов	Посещение 10-12 лекционных занятий (55-61%)
8-9 баллов	Посещение 13-15 лекционных занятий (67-78%)
10 баллов	Посещение 16-18 лекционных занятий (89-100%) и участие в лекционных дискуссиях

Лабораторные занятия

Количество баллов за 1 работу (всего предусмотрено 6 работ)	Критерий оценки
0	Работа не выполнена

1	Сдан только теоретический отчет, работа не выполнена
2	Сдан теоретический отчет, работа выполнена с помощью инженера или преподавателя
3	Сдан теоретический отчет, работа выполнена самостоятельно и оформлена
4	Работа выполнена самостоятельно, аккуратно оформлена и сдана в срок.
5	Работа выполнена самостоятельно, аккуратно оформлена и сдана в срок, студентом даны исчерпывающие ответы на все вопросы.

Практические занятия

Не предусмотрены

Самостоятельная работа

Оценивается активность работы в аудитории

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.

	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

Промежуточная аттестация (экзамен) 40 баллов, проходит в виде устного опроса: знание основных определений и законов (10 баллов), умение записать итоговые уравнения (10 баллов), анализ основных уравнений, пределы их применимости, практическая значимость (20 баллов)

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 6 семестр по дисциплине **«Общая химическая технология»** составляет 100 баллов.

Таблица 2 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине **«Общая химическая технология»** 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) «Общая химическая технология»

а) основная литература:

1. Закгейм, А. Ю. Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Закгейм А. Ю. - Москва : Логос, 2012. - 304 с. - ISBN 978-5-98704-497-1 : Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

б) дополнительная литература:

1. Пугачев, В. М. Химическая технология [Электронный ресурс] / В. М. Пугачев. - Москва : КемГУ (Кемеровский государственный университет), 2014. - ISBN 978-5-8353-1682-3 : Б. ц. ЭБС «Лань»

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 SNOI 58/350; Шкаф сушильный КПС-1-2D; Колориметр фотоэлектрический однолучевой КФО; Колориметр КФ-77; Реактор проточного типа; Реактор смещения; Реометры; миллиамперметры; Термопары; Аквадистиллятор ДЭ10; Электрохолодильник; 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 18.03.01 «Химическая технология» и профилю подготовки бакалавров «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»

Автор к.х.н., доцент Аниськова Т.В.

Программа одобрена на заседании кафедры химической технологии нефти и газа от «18» марта 2011 года, протокол № 8.

Программа актуализирована в 2015 году (одобрена на заседании кафедры нефтехимии и техногенной безопасности от «31» августа 2015 года, протокол № 01).

Программа актуализирована в 2016 году (одобрена на заседании кафедры нефтехимии и техногенной безопасности от «14» октября 2016 года, протокол № 03).

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