

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., проф. Горячева И.Ю.

"17" 09 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины
Общая химическая технология**

Направление подготовки бакалавриата
18.03.01 Химическая технология

Профили подготовки бакалавриата
**Химическая технология природных энергоносителей и углеродных
материалов**

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения
очная

Саратов,
2021

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Бурухина Оксана Владиславовна		17.09.2021
Председатель НМК	Крылатова Яна Георгиевна		17.09.2021
Заведующий кафедрой	Кузьмина Раиса Ивановна		17.09.2021
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.О.19) относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» рабочего учебного плана ООП по направлению 18.03.01 – Химическая технология и осваивается в 4 семестре.

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 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;
- Химия нефти и газа.
- 3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
<p>ОПК-4. Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья</p>	<p>ОПК-4.1. Обеспечивает соблюдение регламентных режимов работы технологического процесса и контроль эксплуатации технологических объектов</p> <p>ОПК-4.2. Проводит контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции, паспортизацию товарной продукции</p> <p>ОПК-4.3. Осуществляет оперативный контроль, координацию работы и изменение параметров химико-технологических объектов</p>	<p>знать: теоретические основы химико-технологических процессов; - общее представление о структуре химико-технологических систем; - типовые химико-технологические процессы производства; - основные химические производства;</p> <p>уметь: -выбирать рациональную схему производства, -рассчитывать технологические параметры производства;</p> <p>владеть: -методами анализа эффективности работы технологического процесса; -навыками определения технологических параметров производства.</p>
<p>ПК-2. Способность проводить физические и химические эксперименты, инициировать работы по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам, проводить анализ и контроль качества сырья и готовой продукции, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности</p>	<p>ПК-2.1. Планирует и проводит физические и химические эксперименты, проводит обработку их результатов и оценивает погрешности, выдвигает гипотезы и устанавливает границы их применения</p> <p>ПК-2.2. Разрабатывает план и программу проведения самостоятельного научного исследования и технической разработки</p> <p>ПК-2.3. Выбирает и адаптирует методы исследования для выполнения заданной научной и технологической задачи</p> <p>ПК-2.4. Проводит физико-химический анализ сырья и готовой продукции и оценивает полученные результаты с помощью стандартных способов аппроксимации численных характеристик</p>	<p>знать: -состав, структуру и способы расчета основных экономических показателей химико-технологического производства; -основные реакционные процессы и реакторы химических и нефтехимических технологий;</p> <p>уметь: -оценивать технологическую эффективность производства, -рассчитывать основные критерии и экономические показатели химико-технологического производства;</p> <p>владеть: -определением технологических показателей процесса; -методами анализа экономической эффективности производства на основании показателей процесса.</p>

4. Структура и содержание дисциплины «Общая химическая технология».

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц 288 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)		Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				лекции	лаб. раб.		СР	Контроль	Всего			
					Общая трудоемкость	Из них – практическая подготовка						
1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12		
1	Содержание и задачи химической технологии.	4	1	2	16		10		28	Введение в лабораторный практикум. Техника безопасности.		
2	Сырье и энергетика химических процессов.	4	2-3	4	10		10		24	Отчет по теме лабораторной работы. Решение задач на тему: «Составление материального и теплового балансов технологических процессов».		
3	Общие закономерности технологических процессов.	4	4-6	6	26	9	30		62	Отчет по теме лабораторной работы.		
4	Химико-технологические процессы. Критерии эффективности химико-технологических процессов.	4	7	2	6		30		38	Решение задач на тему: оценка критериев процессов (выход продуктов, производительность, степень превращения сырья)		
5	Операторы технологических схем, технологические схемы	4	8-9	4	10		20		34	Отчет по теме лабораторной работы.		
6	Важнейшие промышленные химические производства.	4	10-18	18	4		44		66	Промежуточный контроль успеваемости студентов. Контрольная работа		
										Итоговое тестирование по результатам освоения дисциплины		
7	Промежуточная аттестация	4						36	36	экзамен		
	Итого: часов за 4 семестр	4	18	36	72	9	144	36	288			

Содержание дисциплины

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. Операторы технологических схем, технологические схемы.

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. Получение уксусной кислоты. Получение фенола кумольным методом. Сырьевая база и исходные вещества. Технология производства серной кислоты. Технология производства минеральных удобрений.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

При освоении дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- весь курс лекций (36 ч.) сопровождается мультимедийными материалами (в программе Power Point);

- подготовлен инновационный учебный материал для лабораторных занятий.

- лабораторные занятия предполагается осуществлять в интерактивной форме, с обсуждением различных вариантов осуществления поставленных задач, по тематике лабораторные работы будут привязаны к темам самостоятельной работы и позволят контролировать уровень самостоятельной подготовки студентов.

В рамках практической подготовки студентов профессиональные навыки формируются при выполнении индивидуальных и групповых лабораторных работ, подборе оптимальных параметров проведения технологических процессов, определении физико-химических характеристик сырья и целевых продуктов, контроль проводят в виде индивидуальных отчетов, коллоквиумов, разборов конкретных ситуаций, деловых игр.

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.

Примерный 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.

Примерный 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 ацетилена.
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. 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. 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 $CO+2H_2 \rightarrow CH_3OH$, $2CH_3OH \rightarrow (CH_3)_2O + H_2O$, $CH_3OH + H_2 \rightarrow CH_4 + H_2O$.

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
4	6	24		15		15	40	100

Программа оценивания учебной деятельности студента по дисциплине

Лекции – 6 баллов

Диапазон баллов	Критерий оценки за посещение лекций
0 баллов	Посещение менее 30% лекционных занятий
1 балл	Посещение 30-80% лекционных занятий
2 балла	Посещение 80-100% лекционных занятий
3 балла	Посещение 80-100% лекционных занятий, участвует в <50% дискуссий, опросов. Ответы верные, без доказательств и объяснений
4 балла	Посещение 80-100% лекционных занятий, участвует в >50% дискуссий, опросов. Ответы верные, без доказательств и объяснений
6 баллов	Посещение 80-100% лекционных занятий, участвует в >50% дискуссий, опросов. Ответы верные, без доказательств и объяснений

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 / Работа выполнена, оформлена. Теоретический отчет не сдан. Работа сдана не в срок
2	Сдан теоретический отчет, студент не отвечает на дополнительные вопросы по теме работы. работа выполнена с помощью инженера или преподавателя, работа оформлена. Сдана в срок. / Сдан теоретический отчет, студент дает неполные ответы на вопросы по теме работы, работа выполнена самостоятельно и оформлена, верно решены и аккуратно оформлены прилагаемые к лабораторной работе задачи. Работа сдана не в срок

3	Сдан теоретический отчет, студент дает неполные ответы на вопросы по теме работы, работа выполнена самостоятельно и оформлена, верно решены и аккуратно оформлены прилагаемые к лабораторной работе задачи. Сдана в срок
4	Сдан теоретический отчет, работа выполнена самостоятельно, аккуратно оформлена и сдана в срок, студентом даны исчерпывающие ответы на все вопросы, верно решены и аккуратно оформлены прилагаемые к лабораторной работе задачи

Практические занятия Не предусмотрены

Самостоятельная работа

Предусматривает самостоятельное решение контрольной работы по темам: критерии ХТП, материальный баланс, реактора химических производств, кинетика химических процессов.

	0 баллов	1-4 балла	5-8 баллов	9-12 баллов	12-15 баллов
Контрольная работа (решение задач)	Работа не выполнена	Выполнено менее 30% работы	Выполнено от 30-50% работы	Выполнено от 50-80% работы	Выполнено от 80 до 100% работы.

Автоматизированное тестирование Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности

Предусматривает итоговое тестирование по пройденному материалу. Максимальное количество баллов – 15.

	0	1-3	4-6	7-9	10-12	13-15
Тестирование	нет ни одного правильного ответа	количество правильных ответов до 20%.	количество правильных ответов от 20 до 50%.	количество правильных ответов от 51 до 65%.	количество правильных ответов от 66 до 80%.	количество правильных ответов больше 81%.

при проведении промежуточной аттестации

ответ на «отлично» оценивается от 38 до 40 баллов;
ответ на «хорошо» оценивается от 32 до 37 баллов;
ответ на «удовлетворительно» оценивается от 25 до 31 баллов;
ответ на «неудовлетворительно» от 0 до 24 баллов.

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 4 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):

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

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) литература:

1. Кошелева, М. К. Общая химическая технология в примерах, лабораторных работах, задачах и тестах : учебное пособие / М. К. Кошелева. - 2, перераб. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2021. - 210 с. - ISBN 978-5-16-014977-6. - ISBN 978-5-16-107472-5 : ~Б. ц. ЭБС «ИНФРА-М» ✓
2. Шатов А.А. Химия и химическая технология : Монография / Шатов А.А. - Москва : Русайнс, 2020. - 370 с. - ISBN 978-5-4365-6512-5 : ~Б. ц. ЭБС BOOK.RU. ✓
3. Кузнецова, И. М. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования ХТС : учебное пособие / И. М. Кузнецова, Х. Э. Харлампики, В. Г. Иванов, Э. В. Чиркунов. - 2-е изд., перераб. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 384 с. - ISBN 978-5-8114-1479-6: ~Б. ц. ЭБС «Лань» ✓

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

- Нефтегазовое дело, <http://www.ngdelo.ru/>
- Нефтяное хозяйство, <http://www.oil-industry.ru/>
- Бурение и нефть, <http://www.burneft.ru>
- http://www.fptl.ru/Chem_block.html – учебно-методические материалы по химии;
- <http://chemistry-chemists.com/Uchebniki.html> - учебники, практикумы и справочники по химии.
- Promethean ActivInspire Professional Издания: Promethean ltd. № 1.8.64868, 2.8.66693 Накладная от 19.09.2016.
- Microsoft Windows XP Professional SP3 AL
- Office 2007 Suites (№ ИОП 47/08 от 07.07.2008)
- Kaspersky Endpoint Security для бизнеса- Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal License № лицензии 0B00160530091836187178.
- HyperChemRelease 8.0 Professional (Гос. контракт № ИОП 47/08, заключенного 7 июля 2008г; 4 шт.: Закупка 22 мая 2007 по контракту № 048К/07 на основании распоряжения № 46 от 06.07.07.)
- ChemBio3DUltra 11.0 withMOPAC (№ CER5030661, № ИОП 47/08 от 07.07.2008)

- КОМПАС-3D LT V12 SP1 Для домашнего использования и учебных целей (Freeware)
- Mathcad 14.0 M020 (14.0.2.5 [802141434])

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; Реактор проточного типа; Реактор смешения; 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.

Место осуществления практической подготовки: учебные лаборатории Института химии.

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

Доцент кафедры нефтехимии и техногенной безопасности Института химии СГУ, к.х.н.

Бурухина О.В.

Программа одобрена на заседании кафедры нефтехимии и техногенной безопасности от « 17 » сентября 2021 года, протокол № 2 .