

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТ-
ВЕННЫЙ 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

Технология нефтехимического и органического синтеза

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

Цели освоения дисциплины «Технология нефтехимического и органического синтеза» – формирование у бакалавров компетенций связанных с технологией процессов переработки нефтяного сырья и органического синтеза веществ на базе полупродуктов нефтепереработки.

Формирование бакалавра способного на базе теоретических подходов, методов и приемов использования закономерностей химических и технологических особенностей процессов нефтехимического и органического синтеза решать задачи химической технологии применительно к массовому производству важных для человека продуктов. Кроме того, целью данной дисциплины является формирование у студентов технологического и экологического мышления.

В данном курсе рассматриваются принципы технологии процессов на базе углеводородного сырья, а также формирование практических навыков для решения конкретных технических задач и умения проектировать типовые технологические схемы основных химико-технологических процессов.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриат

Дисциплина «Технология нефтехимического и органического синтеза» (Б1.В.01) относится к части, формируемая участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» рабочего учебного плана ООП по направлению 18.03.01 Химическая технология профилю «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов» и осваивается в 7-8 семестрах.

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

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

- «Химическая технология топлива и углеродных материалов»;
- «Процессы и аппараты химической технологии»;
- «Системы управления химико-технологическими процессами»;
- «Химические реактора и оборудование заводов».

3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
--------------------------------	--	---------------------

<p>ПК-2. Способность проводить физические и химические эксперименты, инициировать работы по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам, проводить анализ 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:</p> <ul style="list-style-type: none"> - типовые процессы нефтехимического и органического синтеза; - теоретические основы реакций, протекающих в этих процессах; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оценивать технологическую эффективность производства; - рассчитывать основные характеристики химического процесса; - оценивать критерии эффективности процессов химической технологии топлива и углеродных материалов; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами анализа эффективности работы химических производств; - методами расчета и анализа процессов в химических реакторах; - определением технологических показателей процессов химической технологии топлива и углеродных материалов.
--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины «Технология нефтехимического и органического синтеза»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 12 зачетных единиц 432 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)
				лекции	Лаб. раб.		СР	Контроль	Всего	
					Общая трудоемкость	Из них – практическая подготовка				
1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12
1	Общие понятия и определения стехиометрии.	7	1-2	4	0		21		25	Техника безопасности. Устный отчет.
2	Реакторы в химической технологии. Растворители. Термодинамическая вероятность протекания реакции.	7	3	2	0		21		23	Индивидуальный отчет
3	Свободные радикалы.	7	4-5	4	0		21		25	Индивидуальный отчет
4	Радикально-цепные процессы в промышленности	7	6-7	4	14	9	24		42	Индивидуальный отчет
5	Каталитические процессы	7	8-9	4	4		21		29	Индивидуальный отчет
	Промежуточная аттестация	7						36	36	Экзамен
	Итого: часов за 7 семестр	7		18	18	9	108	36	180	

№ 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)
				лекции	Лаб. раб.		СР	Контроль	Всего	
					Общая трудоемкость	Из них – практическая подготовка				
1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12
1	Количественные характеристики эффективности химического процесса.		1	2	12	9	60		74	
2	Алкилирования бензола	8	2	2	1		20		23	Техника безопасности. Устный отчет.
3	Производство бутадиена	8	3	2	1		20		23	Индивидуальный отчет
4	Производство уксусной кислоты из н-бутана и н-бутенов	8	4-5	4	1		20		25	Индивидуальный отчет
5	Производство ацетальдегида и ацетона	8	6-7	4	1		20		25	Индивидуальный отчет
6	Производство фенола кумольным способом	8	8	2	1		20		23	Индивидуальный отчет
7	Производство этанола	8	9	2	1		20		23	Индивидуальный отчет
	Промежуточная аттестация	8						36	36	Экзамен
	Итого: часов за 8 семестр	8		18	18	9	180	36	252	

Содержание дисциплины

Тема 1. Общие понятия и определения стехиометрии, механизм, маршрут реакции. Классификация реакций по: фазовому состоянию реагентов и продуктов, природе воздействия физических агентов на реакционную систему, катализу и ингибированию реакций, цепные реакции, стехиометрия реакций, типу реакции, характеру изменения связей, числу частиц, принимающих участие в реакции (или лимитирующей ее стадии).

Тема 2. Реакторы для проведения гомогенных реакций в газовой фазе. Растворители применяемые в органической технологии. Классификация растворителей. Термодинамическая вероятность протекания химического процесса. Температура инверсии. Методы расчета стандартной энергии Гиббса и её зависимость от температуры. Связь термодинамики с кинетикой процессов нефтехимии и оргсинтеза.

Тема 3. Свободные радикалы, их конфигурация, стабильность. Образование свободных радикалов: термический гомолиз, фотолиз и радиолиз, окислительно-восстановительные реакции, замещение по атому углерода ароматического кольца. Присоединение свободных радикалов. Распад свободных радикалов. Неразветвленные и разветвленные цепные реакции. Стадии радикально-цепных реакций.

Тема 4. Радикально-цепные процессы в промышленности. Термический крекинг и пиролиз углеводородов: парафиновые углеводороды, циклопарафиновые углеводороды, олефиновые углеводороды, ароматические углеводороды. Пиролиз в присутствии водорода. Окисление углеводородов молекулярным кислородом. Окисление углеводородов в моногидропероксиды. Окисление парафинов C₄-C₈. Окисление циклопарафиновых углеводородов. Окисление циклогексана. Окисление ароматических углеводородов - окисление толуола. Реакции озона с парафиновыми, олефиновыми и ароматическими углеводородами. Озонирование олефинов и аренов. Гидрирование ароматических и ненасыщенных углеводородов, кислородсодержащих соединений.

Тема 5. Каталитические процессы. Алкилирование ароматических углеводородов. Сульфирование ароматических углеводородов. Этерификация

Тема 6. Химические процессы, их содержание и анализ. Количественные характеристики химического процесса: степень превращения, селективность, выход продукта, производительность, мощность, интенсивность. Материальный баланс сложных реакций.

Тема 7. Технологии нефтехимического и органического синтеза. Технология алкилирования бензола. производства бутадиена. Технология производства уксусной кислоты из н-бутана. Технология производства уксусной кислоты из н-бутенов. Технология производства ацетальдегида. Технология производства ацетона. Технология производства фенола кумольным способом. Технология производства этанола.

Примерный перечень лабораторных работ

- 1 Процесс дегидратации спирта.

- 2 Процесс алкилирования бензола.
- 3 Сульфирование ароматических углеводородов

5. Образовательные технологии

При освоении дисциплины используются следующие образовательные технологии:

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

- подготовлен инновационный учебный материал для лабораторных занятий;

- лабораторные занятия осуществляются с обсуждением различных вариантов решения поставленных задач, по тематике лабораторные работы привязаны к темам самостоятельной работы, самостоятельная работа студентов стимулирует применение имеющихся знаний и навыков в изучении химико-технологических процессов нефтехимии и органического синтеза.

Для обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья организуется персональное сопровождение компьютерами в образовательном пространстве, которые выполняют посреднические функции с профессорско-преподавательским составом; увеличивается время на самостоятельное освоение материала.

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.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 30% аудиторных занятий.

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

Составление опорных конспектов по изучаемой теме, различных видов технологических схем процессов нефтехимии и органического синтеза, таблиц (концептуальных, сравнительных), поиск информации в сети Интернет.

Самостоятельная работа студента заключается в обсчете и оформлении лабораторных работ, выполненных в аудитории, решении индивидуальных заданий. На самостоятельную работу вынесены следующие темы:

Тема 1. Сырьевая база процессов органического синтеза. Рациональное и комплексное использование сырьевых ресурсов и основы энерготехнологии.

Тема 2. Синтез органических веществ на основе оксида углерода и водорода.

Тема 3. Гетерогенные процессы в системе «газ-жидкость».

Повторение пройденного материала. Проработка лекционного материала. Подготовка к экзамену.

Проверка вышеперечисленных вопросов для самостоятельной работы осуществляется при контроле выполнения лабораторных работ и умении характеризовать особенности процесса органического синтеза веществ в зависимости от его состава и параметров технологического процесса.

Примерный перечень вопросов для оценки знаний студентов по курсу «Технология нефтехимического и органического синтеза»

1. Охарактеризуйте химические процессы, их содержание и анализ. Дайте характеристика химических реакторов и растворителей.

2. Сформулируйте общие понятия и определения стехиометрии, механизма и маршрута реакций.

3. Приведите классификацию химических реакций. Количественные характеристики химического процесса: степень превращения, селективность, выход продукта, производительность, мощность, интенсивность.

4. Дайте схему расчета материального баланса сложных реакций.

5. Расскажите о реакторах в органической технологии. Реакторы для проведения гомогенных реакций в газовой фазе.

6. Расскажите о роли растворителей в органической технологии. Классификация растворителей.

7. Опишите термодинамический анализ химических процессов органического синтеза. Температура инверсии. Методы расчета стандартной энергии Гиббса и её зависимость от температуры.

8. Установите связь термодинамики с кинетикой процессов нефтехимии и оргсинтеза. Радикально-цепные процессы органической технологии. Свободные радикалы, радикальные и радикально-цепные реакции. Радикально-цепные процессы в промышленности.

9. Расскажите о термических процессах расщепления углеводородного сырья в промышленности.

10. Оцените роль окисления углеводородов и их производных молекулярным кислородом. Окисление углеводородов в моногидропероксиды.

11. В чем сущность окисления парафинов и циклопарафинов.

12. В чем особенность сульфюокисления парафиновых углеводородов.

13. Рассмотрите катализ и гомогенные кислотно-основные каталитические процессы.

14. Рассмотрите кислотность и основаность реакционной среды. Функции кислотности. Кислоты и основания Льюиса. Современная классификация кислот и оснований.

15. Расскажите о гетерогенном катализе и гетерогенно-каталитических реакциях. Механизмы и кинетика реакций.

16. Расскажите о деалкилировании алкилароматических углеводородов.
17. В чем сущность гидрирования органических соединений.
18. Расскажите о проектировании и оборудовании предприятий органического синтеза. Основные задачи технологического проектирования;
19. В чем заключается организация проектных работ. Блоки технологической схемы и их назначение.
20. На чем основан расчет реакторов для периодических и непрерывных процессов по производственным данным.
21. На чем основан расчет реакторов для гетерогенно-каталитических процессов.
22. Охарактеризуйте гетерофазные процессы, аппаратное оформление и расчет.
23. В чем заключается расчет и аппаратное оформление процессов разделения многокомпонентных систем.
24. Как осуществляются испарение, конденсация, дросселирование, ректификация, экстрактивная и азеотропная перегонка, адсорбция, абсорбция, экстракция, фильтрация, центрифугирование, сушка в химической технологии.
25. В чем состоит аппаратное оформление, типовое оборудование; аппаратное оформление стадий приема, хранения, дозировки и транспортировки сырья; анализ и синтез технологических схем.
26. Как определяются экономические критерии оптимизации производства.
27. Как определяется экономическая оптимизация в органическом синтезе. Системы автоматизированного проектирования в органическом синтезе.

Для обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья организуется персональное сопровождение компьютерами в образовательном пространстве, которые выполняют посреднические функции с профессорско-преподавательским составом; увеличивается время на самостоятельное освоение материала.

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	Итого
7	20	40	0	0	0	0	40	100
8	10	30	0	20	0	0	40	100

Программа оценивания учебной деятельности студента

Лекции от 0 до 20 баллов: 5 баллов посещение 100% лекций, 15 баллов – участие в 100% дискуссий на лекциях (7 семестр) и от 0 до 10 баллов: 5 баллов посещение 100% лекций, 5 баллов – участие в 100% дискуссий на лекциях (8 семестр).

Лабораторные занятия.

0-40 баллов за 7 семестр

0-30 баллов за 8 семестр

Лабораторные работы по 10 баллов каждая, оценивается подготовка к лабораторным занятиям, устный отчет по работе, самостоятельность выполнения работы, аккуратность и правильность оформления, своевременность предоставления отчета на проверку, способность ответить на вопросы по выполнению работы, грамотность, умение решать задачи по темам лабораторных работ, знание основных определений и законов, умение записать механизмы и итоговые уравнения химических реакций, анализ основных уравнений, пределы их применимости, практическая значимость.

Количество баллов за работу	Критерий оценки
0	Работа не выполнена
1-3	Выполнено <30% работы / Выполнено 50-100% работы, даны ответы на вопросы. Сдано не в срок
4-7	Выполнено 30-70% работы, даны неполные ответы на вопросы. Сдано в срок
8-10	Выполнено 70-100% работы, даны исчерпывающие ответы на вопросы, работы аккуратно оформлена. Сдано в срок

Самостоятельная работа

0-20 баллов (решение задач):

Количество баллов за работу	Критерий оценки
0	Работа не выполнена
1-5	Выполнено <50% работы. Сдержится больше 3 грубых ошибок в решении / Выполнено 50-100% работы, даны ответы на вопросы, хорошо

	оформлено. Сдано не в срок
6-10	Выполнено 50-70% работы, даны неполные ответы на вопросы, хорошо оформлено. Сдано в срок. Содержится 2-3 грубых ошибки в решении
11-16	Выполнено 70-100% работы, даны исчерпывающие ответы на вопросы, работы аккуратно оформлена. Сдано в срок. Содержатся 1 грубая ошибка.
17-20	Выполнено 100% работы без грубых ошибок.

Промежуточная аттестация (экзамен) 0-40 баллов.

При определении разброса баллов при аттестации используется следующая шкала ранжирования:

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.

Таблица 2. Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Технология нефтехимического и органического синтеза» в оценку (экзамен)

86 до 100 баллов	«отлично»
71 до 85 баллов	«хорошо»
55 до 70 баллов	«удовлетворительно»
0 до 54 баллов	«неудовлетворительно»

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за семестр по дисциплине «Технология нефтехимического и органического синтеза» составляет по 100 баллов в каждом семестре (7-8 семестры).

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) литература:

1. Потехин, В. М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки : Учебник для вузов / В. М. Потехин, В. В. Потехин. - Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки, 2020-07-26. - Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2017. - 943 с. - ISBN 978-5-93808-287-8 : ~Б. ц. (ЭБС IPRbooks) ✓

1. Технология основного органического и нефтехимического синтеза. Часть 3 : Учебное пособие / Р. Б. Султанова [и др.]. – Технология основного органического и нефтехимического синтеза. Часть 3, 2022-01-18. - Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. - 128 с. - ISBN 978-5-7882-1609-6 : ~Б. ц. - (ЭБС IPRbooks) ✓

2. Рябов, В. Г. Технологии органического и нефтехимического синтеза : учебное пособие / В. Г. Рябов, Л. Г. Тархов. - 2-е изд., испр. и доп. - Пермь : ПНИПУ, 2015. - 288 с. ЭБС «Лань». ✓

3. Дянкова, Т. Ю. Применение продуктов основного и нефтехимического синтеза. Полимеры и растворители : учебное пособие / Дянкова Т. Ю. - Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2019. - 83 с. (ЭБС IPRbooks) ✓

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Для самостоятельной работы по химии студентам рекомендуются следующие Интернет-ресурсы:

1. http://www.fptl.ru/Chem_block.html – различные учебно-методические материалы по химии;

2. <http://chemistry-chemists.com/Uchebniki.html> - учебники, практикумы и справочники по химии.

3. Сайты <http://www.xumuk.ru/>, <http://www.nehudlit.ru/books/subcat281.html>

4. Promethean ActivInspire Professional Издания: Promethean Ltd. № 1.8.64868, 2.8.66693 Накладная от 19.09.2016

5. Microsoft Windows XP Professional SP3 AL

6. Office 2007 Suites (№ ИОП 47/08 от 07.07.2008)

7. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса- Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal License № лицензии 0B00160530091836187178.

8. 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.)
9. ChemBio3DUltra 11.0 with MOPAC (№ CER5030661, № ИОП 47/08 от 07.07.2008)

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для чтения лекций
2. Проектор и ПК.
3. Учебная лаборатория (1 корпус, комнаты 5 и 10, 11) для выполнения лабораторных работ, оснащенная необходимым оборудованием (хроматографы Кристалл-2000 и 5000, лабораторные установки проточного типа для проведения процессов нефте- и газопереработки, приборы для анализа нефти и нефтепродуктов).
4. Химические реактивы.

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 профилю «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов».

Автор:

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

О.В. Бурухина

Программа одобрена на заседании кафедры нефтехимии и техногенной безопасности от « 29 » марта 2021 года, протокол № 15 .