

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
Передовая инженерная школа «Промхимтех»
Институт нефти, химии и нанотехнологий
Кафедра Технологии основного органического и нефтехимического синтеза
имени профессора Г.Х. Камая

УТВЕРЖДАЮ

Директор «Промхимтех»

 Р.В. Палей

4 марта 2024 г.



ВОПРОСЫ К ВСТУПИТЕЛЬНЫМ ИСПЫТАНИЯМ В МАГИСТРАТУРУ

НАПРАВЛЕНИЕ 18.04.01 «Химическая технология»

Программа подготовки

«Химическая инженерия низкоуглеродных технологий замкнутого цикла»



Зав. кафедрой ТООНС
профессор Бухаров С.В.

« 4 » марта 2024 г.

ВСТУПИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Для поступающих на основную образовательную программу магистратуры 18.04.01 «Химическая технология»

Программа подготовки: «Химическая инженерия низкоуглеродных технологий замкнутого цикла»

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЦЕДУРЕ ПРОВЕДЕНИЯ

ФОРМАТ ПРОВЕДЕНИЯ

Процедура проведения сдачи вступительных испытаний может быть организована на специальных площадках (аудитории) с наблюдателем в аудитории или дистанционно.

Программа вступительных испытаний состоит из последовательного прохождения следующих этапов:

1. Вступительные испытания по программам магистратуры проводятся в форме экзамена. Программы вступительных испытаний разрабатываются выпускающими кафедрами университета совместно с промышленными партнерами ПИИШ «Промхимтех» и размещаются на сайте ФГБОУ ВО «КНИТУ».

2. Собеседование.

Этап 1.

Вступительное испытание проводится в формате компьютерного on-line или бланочного тестирования в контролируемых условиях. Продолжительность тестирования – 60 минут. Использование справочников и дополнительной методической литературы не допускается. Максимальное количество набранных баллов по результатам тестирования составляет 40 баллов. Если результат тестирования дал 30 баллов, поступающий не допускается ко второму этапу прохождения вступительных испытаний.

Этап 2.

Вступительное испытание проводится в форме устной индивидуальной беседы, по итогам которой комиссия заполняет протокол. Абитуриенту предоставляется 1 попытка прохождения собеседования. Продолжительность собеседования – до 30 минут.

Собеседование может проводиться как в очном, так и в дистанционном режиме (с помощью ПО для организации видеоконференций), по предварительному согласованию режима с экзаменационной комиссией.

В рамках собеседования абитуриенту задаются 4 случайно выбранных вопроса из любых блоков тем программы вступительного испытания – «Перечень тем программы вступительного испытания» которые позволяют оценить уровень развития базовых инженерных (общепрофессиональных) компетенций, предусмотренных ФГОС ВО (уровень «Бакалавриат» по техническим и естественно- научным направлениям подготовки); уровень знаний,

необходимых для начала обучения в рамках ООП (уровень «Бакалавриат» по направлению подготовки); профессиональный и личностный потенциал, понимание условий и специфики обучения в рамках ООП.

Максимальное количество набранных баллов по результатам собеседования равняется 60 баллам. Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение собеседование, равняется 50 баллов.

По результатам прохождения обоих этапов вступительных испытаний поступающий может набрать максимальное количество в сумме 100 баллов.

Дополнительно к баллам, набранным в результате прохождения вступительных испытаний, могут быть начислены баллы за индивидуальные достижения. Учет индивидуальных достижений, поступающих производится посредством начисления дополнительных баллов к основной сумме баллов, набранных при сдаче вступительных испытаний. Баллы начисляются за каждое индивидуальное достижение, максимальная общая сумма не более 20 баллов. Индивидуальные достижения учитываются за 2020-2024 годы. Количество баллов, получаемых за индивидуальные достижения, указано в таблице 1 в положении о проведении конкурсного отбора обучающихся для обучения по образовательным программам высшего образования, реализуемым ПИИШ «Промхимтех» КНИТУ по программам магистратуры от 21.01.2024 г.

По результатам вступительного испытания поступающий (доверенное лицо) имеет право подать в апелляционную комиссию письменное апелляционное заявление о нарушении, по его мнению, установленного порядка проведения испытания, и (или) несогласии с его результатами.

Апелляция подается поступающим (доверенное лицо) в день объявления результата вступительного испытания или в течение следующего рабочего дня. При этом поступающий имеет право ознакомиться со своей работой. В случае нарушения установленного порядка проведения испытания апелляция подается в день экзамена. Приемная комиссия обеспечивает прием апелляций в течение всего рабочего дня.

Рассмотрение апелляций проводится не позднее следующего дня после дня ее подачи.

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРОГРАММЫ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Темы для тестирования в рамках ООП «Химическая инженерия низкоуглеродных технологий замкнутого цикла»

Тема 1. Теория химических процессов органического синтеза.

Тема 2. Химия и технология органических веществ.

Тема 3. Сырьевые ресурсы химической промышленности.

Тема 4. Объекты вспомогательных производств химических предприятий.

Темы для собеседования в рамках ООП «Химическая инженерия низкоуглеродных технологий замкнутого цикла»

1. Химическая термодинамика и расчет свойств органических веществ. Характеристические параметры вещества. Критические состояния и методы расчета критических температур, объема, давления и коэффициента сжимаемости. Нормальная температура кипения органических веществ.

2. Соотношения между объемом, давлением и температурой газов и жидкостей. Приведенное уравнение состояния. Расчет коэффициента сжимаемости газов. Определение плотности жидкости при любых значениях температуры и давления.

3. Давление паров и теплоты парообразования. Расчет, основанный на приведенном уравнении Киргофа. Определение теплоты парообразования через энтропию парообразования. Зависимость теплоты парообразования от температуры. Расчет теплоты сублимации.

4. Теплоемкость, аддитивные методы расчета. Зависимость теплоты сгорания от числа атомов кислорода, необходимых для полного сгорания вещества. Расчет стандартных теплот образования по энергиям связей и теплотам сгорания. Методы расчета тепловых эффектов реакций.

5. Химическое равновесие. Основные положения. Первое и второе начало термодинамики и критерии направленности химического процесса. Расчет константы химического равновесия. Изменение изобарно-изотермического потенциала системы и константа равновесия химического процесса. Вычисление стандартного изменения изобарно-изотермического потенциала по методу Темкина-Шварцмана. Расчет состава равновесных смесей и равновесной степени превращения для простых и сложных реакций разных типов; закономерности в равновесном составе продуктов сложных реакций.

6. Скорость превращения веществ и скорость реакции, их связь. Понятие механизма реакции. Кинетика и механизм элементарных реакций, переходное состояние. Кинетика и механизм неэлементарных реакций. Методы и примеры построения кинетических уравнений, связь их с механизмом реакции. Существование реагентов в различных формах, преобразование уравнений и моделей. Построение кинетических моделей сложных реакций.

7. Классификация органических реакций по направлению, характеру разрыва связей, молекулярности лимитирующей стадии.

8. Нуклеофильные реакции. Механизм нуклеофильного замещения, влияние строения реагентов и среды. Нуклеофильное отщепление, его механизм и конкуренция с замещением. Нуклеофильные реакции изомеризации. Механизм нуклеофильного присоединения по ненасыщенной связи, гетероциклам и карбонильной группе, влияние строения соединений и катализаторов. Нуклеофильные реакции кислот и их производных.

9. Электрофильные реакции. Механизм электрофильного присоединения по ненасыщенной связи. Катализ кислотами и комплексами металлов, влияние строения. Механизм электрофильного замещения в ароматическое ядро, катализ и влияние строения.

10. Способы зарождения и обрыва цепи. Механизм радикальных реакций замещения, расщепления, присоединения. Правила протекания и селективность. Разветвление цепи. Кинетика радикально-цепных реакций, особенности ее исследования.

11. Катализ, определение. Ингибиторы и активаторы в катализе. Изменение энергии активации каталитической химической реакции. Виды катализаторов по специальности действия, составу, способам производства. Активность, селективность, производительность катализаторов.

12. Преимущества и недостатки гомогенного катализа. Теории гомогенного катализа. Кислотно – основной гомогенный катализ. Особенности кинетики. Механизм катализа кислотами и основаниями.

13. Электрофильно – нуклеофильный катализ. Катализаторы. Механизм электрофильного катализа на примере реакции алкилирования бензола галогеналкилами по

Фриделю – Крафтсу. Механизм нуклеофильного катализа на примере реакции этерификации в присутствии имидазола.

14. Гетерогенные катализаторы. Теории гетерогенного катализа. Основы кинетики гетерогенно-каталитических реакций. Кинетическая область гетерогенного катализа. Внешнедиффузионная и внутридиффузионная области катализа.

15. Сырьевая база промышленности переработки органических веществ. Твердое топливо (каменный уголь, сланцы, торф) и возможные варианты его использования в качестве сырья. Коксохимическая промышленность. Нефть. Природные и попутные газы. Роль нефти в промышленности органического синтеза.

16. Парафины и нафтены. Источники и методы выделения низших и высших парафинов, карбамидная депарафинизация, выделение с помощью цеолитов. Технологические схемы процессов. Технические свойства и применение парафиновых углеводородов.

17. Олефины. Методы получения низших олефинов. Радикально-цепной механизм. Первичные реакции (деструкция, дегидрирование). Вторичные реакции (гидрирование, конденсация, образование ароматических углеводородов). Технология процесса пиролиза. Выделение олефинов из газов пиролиза, их очистка. Методы получения высших олефинов. Олигомеризация и диспропорционирование. Реакция Циглера. Реакция Циглера-Натта.

18. Ароматические углеводороды. Источники ароматического сырья. Ароматизация нефтепродуктов. Основы химии и технологии риформинга. Свойства и применение ароматических углеводородов.

19. Ацетилен. Технические свойства и применение. Производство ацетилена из карбида кальция и очистка его. Получение ацетилена высокотемпературным пиролизом углеводородов. Окислительный пиролиз. Выделение и очистка ацетилена.

20. Оксид углерод и синтез-газ. Каталитическая конверсия углеводородов. Газификация твердых топлив. Окислительная конверсия углеводородов. Высокотемпературная

21. Процессы восстановления, гидрирования и дегидрирования. Физико-химические основы процессов гидрирования, дегидрирования. Термодинамика, катализаторы, механизм реакций. Гидрирование углеводородов. Гидрирование кислородсодержащих соединений. Гидрирование алифатических альдегидов и кетонов. Гидрирование алифатических карбоновых кислот и их эфиров. Процессы дегидрирования парафинов и олефинов. Двухстадийный и одностадийный методы получения дивинила из бутана. Дегидрирование алкилароматических углеводородов. Стирол и его гомологи. Дегидрирование и окисление спиртов. Производство формальдегида.

22. Процессы окисления. Общая характеристика реакции окисления. Радикально-цепное окисление. Окисление парафинов. Окисление нафтен. Технология окисления циклогексана в смесь анола и анона. Производство дикарбоновых кислот. Адипиновая кислота. Двухстадийный и одностадийный методы производства адипиновой кислоты. Окисление ароматических углеводородов. Механизм, катализаторы, получение гидропероксидов. Производство фенола и ацетона. Окисление алкилбензолов. Закономерности реакции. Производство терефталевой кислоты. Производство диметилтерефталата ступенчатым окислением пара-ксилола. Гетерогенно-каталитическое окисление углеводородов. Катализаторы и механизм. Окисление олефинов по насыщенному атому углерода. Акролеин. Окислительный аммонолиз. Акрилонитрил. Производство этиленоксида окислением этилена воздухом. Катализаторы, химизм процесса. Эпоксидирование олефинов. Технология совместного синтеза пропиленоксида и стирола.

23. Алкилирование. Алкилирующие агенты и катализаторы. Механизм процесса. Алкилирование по атому углерода. Алкилирование изопарафинов. Алкилирование ароматических углеводородов. Катализаторы. Последовательное алкилирование. Производство этилбензола и изопропилбензола. Алкилирование фенолов. Алкилирование по атому азота. Алкилирующие агенты. Катализаторы. Синтез аминов из хлорпроизводных. Синтез аминов из спиртов. Алкилирование по атому серы хлорпроизводными и олефинами. Каталитический и радикально-цепной методы синтеза меркаптанов из олефинов и сероводорода. Алкилирование по атому кислорода. Алкилирование спиртов и фенолов хлорпроизводными. Алкилирование

спиртов олефинами. Оксидкирование и синтезы на основе алкиленоксидов. Химизм и теоретические основы. Получаемые продукты.

24. Синтез углеводов из оксида углерода и водорода. Синтез спиртов. Получение метанола. Катализаторы, технология процесса. Оксосинтез. Химизм, катализаторы и научные основы процесса. Технология и продукты оксосинтеза. Получение карбоновых кислот и их производных на основе оксида углерода. Технология производства уксусной кислоты методом карбонилирования метанола.

25. Общая характеристика процессов галогенирования. Галогенирующие агенты. Методы галогенирования. Термодинамика реакций галогенирования. Радикально-цепное хлорирование. Состав продуктов и селективность реакций. Технология радикально-цепного хлорирования. Выбор фаз. Технология жидкофазного хлорирования. Получаемые продукты. Условия процесса и типы реакторов.

26. Технология газофазного хлорирования. Получаемые продукты. Условия процесса и типы реакторов. Технология производства аллилхлорида.

27. Ионно-каталитическое галогенирование. Присоединение галогенов по кратным связям (аддитивное галогенирование). Производство 1,2-дихлорэтана. Гидрогалогенирование и галогенгидринирование олефинов. Получаемые продукты. Технология производства винилхлорида.

28. Галогенирование ароматических соединений в ядро. Галогенирование и гидрогалогенирование спиртов, альдегидов, кетонов и кислот. Сочетание процессов хлорирования. Процессы расщепления, их сочетание с процессами хлорирования. Окислительное хлорирование и сочетание его с хлорированием. Технология сбалансированного по хлору синтеза винилхлорида.

29. Переработка хлорорганических отходов. Технология получения тетрахлорметана и тетрахлорэтана из хлорорганических отходов. Процессы фторирования.

30. Фторирование фтором и фтороводородом. Производство фреонов и фторолефинов.

31. Гидролиз и щелочное дегидрогалогенирование галогензамещенных алифатических и ароматических углеводов. Производство хлоролефинов и α - оксидов щелочным дегидрохлорированием. Производство спиртов и фенолов щелочным гидролизом.

32. Гидратация и дегидратация. Теоретические основы процессов. Гидратация олефинов. Синтез этилового спирта. Технологическая схема. Гидратация гомологов этилена. Гидратация ацетиленов. Процессы дегидратации. Получение простых эфиров и ангидридов карбоновых кислот. Реакционные узлы для жидкофазных и газофазных процессов дегидратации.

33. Общая характеристика процессов ацилирования. Ацилирование ароматических аминов O- и S- ацилирование (этерификация). Некоторые производные угольной кислоты. Дегидратация амидов и гидратация нитрилов. Гидролиз и этерификация нитрилов

34. Сульфатирование спиртов, олефинов. Сульфирование олефинов и ароматических соединений. Сульфохлорирование и сульфоокисление парафиновых углеводов.

35. Нитрование ароматических соединений. Нитрование парафиновых углеводов. Нитрование ненасыщенных углеводов. Нитрование ацетиленов. Нитрозирование алифатических, ароматических и алициклических соединений.

36. Конденсация альдегидов и кетонов с ароматическими соединениями. Производство дифенилолпропана.

37. Получение изопрена. Технология двухстадийного синтеза. Одностадийный синтез изопрена.

38. Получение капролактама. Бекмановская перегруппировка оксимов в лактамы. Другие методы синтеза лактамов.

39. Альдольная конденсация. Продукты конденсации альдегидов, кетонов. Реакции карбонильных соединений с алифатическими нитросоединениями, цианистым водородом и ацетиленом.

40. Экономические, экологические и социальные аспекты проектирования химических производств. Особенности аппаратного оформления процессов производств органических веществ.

41. Проектирование, его роль в процессе создания научно – технического потенциала и производственных сил. Динамический характер проектирования; Использование опыта эксплуатации промышленных объектов.
42. Организация проектных работ. Структура проектной организации. Виды и характер строительства. Очередность строительства. Задание на проектирование. Этапы проектирования. Основные стадии проектирования. Проектно – сметная документация. Состав проекта со сводным сметным расчетом стоимости, рабочей документации со сметами и рабочего проекта со сводным сметным отчетом стоимости.
43. Выбор площадки строительства. Общие требования к площадке строительства. Санитарно – защитная зона. Обоснование мощности производства, обеспечение сырьем, утилизация сточных вод, газовых выбросов и твердых отходов. Обеспечение трудовыми ресурсами.
44. Согласование, экспертиза и утверждение проектов. Авторский надзор.
45. Общие принципы построения технологических схем: энергоэффективность, безотходность, компактность, непрерывность, совмещение процессов. Примеры реализации этих принципов в технологии. Основные блоки схем и их значение (подготовка сырья, осуществление химического превращения, разделение и очистка продуктов реакции, очистка стоков и газовых выбросов). Структура технологической схемы, основные типы связей блоков и аппаратов в схеме. Совмещение схемы производства. Выбор оборудования. Трудовой режим периодических «ниток» в поточных схемах. Оценка надежности технологических схем. Оптимизация выбранной ТС.
46. Иерархия производства – отрасль, производственное объединение, завод, цех, технологический узел.
47. Экономические критерии оптимальности производства. Приведенные затраты и их структура. Себестоимость продукции.
48. Эксергетический анализ ТС. Энерготехнология процессов ОС. Термоэкономическая оптимизация в ОС.
49. Особенности анализа и синтеза ХТС в технологии тонкого органического синтеза.
50. Особенности проектирования производственных зданий и сооружений. Основные принципы компоновки оборудования. Технологические, технико-экономические, монтажные, ремонтные требования, требования техники безопасности. Размещение оборудования в зданиях и на открытых площадках.
51. Основные проблемы выбора и расчета реакторов, общие указания по их выбору. Требования, предъявляемые к химическим реакторам. Моделирование реакторов. Принципы выбора периодических, непрерывных и полупериодических схем процессов. Материальные и тепловые балансы для непрерывных и периодических процессов.
52. Теплообмен в химических реакторах, классификация методов подвода и отвода тепла и организация теплообмена. Общая методика расчета параметров аппарата.
53. Периодические и полупериодические реакторы, аппаратное оформление (полые реакторы, снабженные выносными, центробежными насосами, аппараты с мешалкой). Баланс времени периодического реактора. Расчет изотермических периодических реакторов.
54. Материальный баланс идеальных гомогенных реакторов (характеристические уравнения). Материальные балансы периодического идеального реактора, непрерывного реактора идеального вытеснения, непрерывного реактора идеального смешения.
55. Тепловой баланс химического реактора. Расчеты неизотермических периодических реакторов по кинетическим данным.
56. Энергоснабжение предприятий. Промышленное теплоснабжение, электроснабжение, вентиляционные системы. Снабжение предприятий воздухом, инертным газом, водородом, топливом.
57. Водоснабжение и канализационное хозяйство предприятий. Источники водоснабжения, методы и стадии очистки природных вод. Классификация сточных вод и методы их очистки. Очистные сооружения.
58. Факельная система химического предприятия. Классификация и состав факельных установок. Факторы, влияющие на их безопасную эксплуатацию.

2. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы вступительного экзамена в магистратуру по направлению 18.04.01-«Химическая технология», Программа подготовки «Химическая инженерия низкоуглеродных технологий замкнутого цикла (Передовая инженерная школа "Промхимтех")».

Основная литература:

1. А. В. Богданов, Т. Н. Качалова, И. В. Цивунина [и др.], Прикладная химия. Сырьевые ресурсы химической промышленности [Учебник] учеб. пособие: Казань: Изд-во КНИТУ, 2015
2. Байрамов В.М. Основы химической кинетики и катализа. М.: Академия, 2003. – 256 стр.
3. Н. Н. Лебедев, Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза [Учебник] учебник для студ. хим.-технол. спец. вузов: М. : Альянс, 2013
4. Тимофеев В.С. Серафимов Л.А. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза. – М.: Высшая школа, 2003. – 536 с.
5. Химия и технология органических веществ Ч.1: Учебное пособие / Нуртдинов С.Х. Султанова Р.Б. Рахматуллин Р.Р. – Казан. гос. технол. ун-т. Казань, 2006. – 140 с.
6. Химия и технология органических веществ Ч.2: Учебное пособие / Нуртдинов С.Х., Султанова Р.Б., Фахрутдинова Р.А., Багаутдинова Д.Б. – Казан. гос. технол. ун-т. Казань, 2010. – 164 с.
7. И.З. Илалдинов, В.И. Гаврилов, Теория химико-технологических процессов органического синтеза [Учебник] учеб. пособие: Казань : , 2012, 140 с
8. В. М. Потехин, В. В. Потехин, Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки [Электронный ресурс] : Санкт-Петербург : Лань, 2021
9. В.И. Косинцев, А.И. Михайличенко, Н.С. Крашенинникова [и др.], Основы проектирования химических производств [Учебник] учеб. для студ. вузов: М. : ИКЦ «Академкнига», 2008 –371 с.
10. Г.Ю. Климентова, Т.Н. Качалова, И.В. Цивунина, Общезаводское хозяйство химических предприятий [Учебник] учеб. пособие: Казань : , 2012

Дополнительная литература:

1. А. К. Григоричев, О. С. Павлов, Ю. А. Москвичев, Теоретические основы химической технологии [Электронный ресурс] учебное пособие: Санкт-Петербург : Лань, 2020
2. Цепные реакции в промышленности органического синтеза: Учебное пособие / Нуртдинов С.Х. Султанова Р.Б. Фахрутдинова Р.А. Кудряшов В.Н. – Казан. гос. технол. ун-т. Казань, 2006 – 120 с.
3. Р.И. Крикуненко, О.В. Джеуэлл, А.И. Хасанов, Общезаводское хозяйство предприятий [Учебник] учеб. пособие: Казань : Изд-во КНИТУ, 2015, 52 с.

Таблица 1 – Перечень индивидуальных достижений для начисления дополнительных баллов при поступлении в 2024 на программу магистратуры «Химическая инженерия низкоуглеродных технологий замкнутого цикла (передовая инженерная школа «Промхимтех»)»

№	Наименование индивидуального достижения	Документ	Баллы
1	Наличие диплома о высшем образовании с отличием, полученного в образовательных организациях РФ.	Диплом с соответствующей отметкой	10
2	Наличие публикаций в журналах или сборниках трудов конференций, входящих в международные системы научного цитирования Scopus и (или) Web of Science	копия (титульный лист, оглавление, текст публикации, выходные данные)	10
3	Победители и призеры Олимпиады Газпром для студентов, поступающих по направлению подготовки, соответствующему профилю олимпиады: победители 2 тура призеры 2 тура победители 1 тура	Диплом победителя (1 место) Диплом призера (2, 3 место)	20 10 5
4	Наличие публикаций в журналах из перечня ВАК	копия (титульный лист, оглавление, текст публикации, выходные данные)	5
5	Наличие патентов на изобретения / на полезные модели и (или) промышленные образцы	копия патента	10
6	Наличие диплома о высшем образовании, полученного по направлениям, относящимся к перечню: 18.03.01, 18.03.02	Диплом	10
Перечень достижений для начисления дополнительных баллов при поступлении от промпартнера			
7	Наличие опыта работы в специализированном программном обеспечении математического моделирования химико-технологических процессов	Заверенное работодателем резюме/ Рекомендательное письмо	10
8	Владение английским языком уровня Intermediate Upper-Intermediate и выше	Сертификат Сертификат	5 10
9	Обладание опытом работы/ дополнительным образованием/ повышением квалификации в области экономики	Трудовая книжка/ Диплом/ Удостоверение утвержденного образца	5
10	Наличие опыта работы по специальности	Трудовая книжка	10