



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
Передовая инженерная школа «Промхимтех»
Институт управления, автоматизации и информационных технологий
Кафедра системотехники

«УТВЕРЖДАЮ»
Зав. кафедрой СТ
Лаптева Т.В.
Лаптева
«28» февраля 2024 г.

ВОПРОСЫ К ВСТУПИТЕЛЬНЫМ ИСПЫТАНИЯМ В МАГИСТРАТУРУ

НАПРАВЛЕНИЕ 27.04.03 «Системный анализ и управление»

Программа подготовки

**«Системная инженерия, цифровизация и управление в химической
технологии и промышленности»**

Казань, 2024

Программа вступительных испытаний в магистратуру по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление», программа «Системная инженерия, цифровизация и управление в химической технологии и промышленности (передовая инженерная школа «Промхимтех») включает два этапа:

Этап 1. Тестирование

Результат составляет до 40 баллов. Если результат тестирования дал 0 баллов, поступающий не допускается ко второму этапу прохождения вступительных испытаний.

Этап 2. Собеседование

Результат составляет до 60 баллов.

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

Темы для подготовки к тестированию

Тема 1. Системный подход и общесистемные свойства и закономерности. Математическое моделирование – основной инструмент решения задач анализа и синтеза химико-технологических систем.

Тема 2. Физико-химическая система. Химико-технологическая система.

Тема 3. Анализ и синтез ХТС.

Тема 4. Задача поиска оптимального стационарного режима работы химико-технологического процесса.

Тема 5. Методы решения задач многомерной безусловной оптимизации.

Тема 6. Методы решения задач нелинейного программирования.

Вопросы для подготовки к собеседованию

1. Инструментальные средства компьютерного инжиниринга технологических процессов.
2. Понятие трансфера технологий: формы, участники, этапы.
3. Технологический аудит предприятия как оценка потенциала объекта трансфера технологий. Коммерциализация технологий.
4. Энергетический аудит предприятия.
5. Статические методы оценки эффективности проектов.
6. Динамические методы оценки эффективности проектов.
7. Анализ и оценка рисков инвестиционного проекта.
8. Показатели оценки эффективности инвестиционных проектов.
9. Оценка экономической эффективности инвестиционных проектов.
10. Концепция устойчивого развития систем. Актуальные вопросы обеспечения устойчивого развития. Принципы зеленой химии.
11. Химическое производство как химико-технологическая система (ХТС). Понятие системы. Элементы ХТС, типы технологических связей, функциональные подсистемы, примеры. Показатели эффективности химического производства.
12. Горизонтальная и вертикальная декомпозиции технологических систем. Иерархические уровни исследования химических процессов.

13. Определение математической модели объекта. Взаимосвязь математических и физических моделей. Допущения, принимаемые при построении математической модели. Классификация математических моделей.
14. Этапы разработки математической модели технологического процесса.
15. Вероятностно-статистические методы моделирования систем.
16. Методы и модели корреляционно-регрессионного анализа.
17. Блочный принцип расчета технологического процесса. Принцип расчета замкнутых систем.
18. Численные методы решения систем нелинейных алгебраических уравнений.
19. Общая постановка задач анализа, оптимизации и синтеза технологических систем.
20. Инновационные технологии интенсификации технологических процессов и систем. Инструментальные средства анализа систем.
21. Эвристические и алгоритмические методы синтеза технологических систем.
22. Экономическая эффективность технологических процессов. Математическое представление критериев оптимальности.
23. Формализованная постановка стандартной задачи линейного программирования. Виды задач линейного программирования. Способы сведения разных видов задач друг к другу.
24. Методы решения задач линейного программирования.
25. Двойственные задачи в линейном программировании, необходимые теоремы, принципы построения. Понятие теневых цен, характеристика оптимального решения на основе теневых цен.
26. Формализованная постановка задачи нелинейного программирования. Ограничения типа равенств и неравенств. Методы решения задач нелинейного программирования.
27. SCADA-системы: назначение, состав, функции.
28. Статические и динамические характеристики элементов систем автоматического регулирования. Методы линеаризации.
29. Типовые законы регулирования. Временные, частотные характеристики и передаточные функции.
30. Каскадные системы автоматического регулирования. Структурная схема и проектирование каскадной системы автоматического регулирования.
31. Комбинированные системы автоматического регулирования. Структурная схема и проектирование комбинированных систем автоматического регулирования.
32. Режимы движения жидкостей. Характеристики течения жидкостей по трубопроводам. Основные гидродинамические величины. Уравнение неразрывности. Уравнение Эйлера и Навье-Стокса.
33. Стехиометрические закономерности химических процессов. Стехиометрическое уравнение, стехиометрические коэффициенты. Расчет основных показателей: степень превращения, селективность, выход продукта.
34. Термодинамические закономерности химических процессов. Зависимость константы равновесия и равновесной степени превращения от температуры для экзо- и эндотермических реакций.
35. Модели расчета термодинамических свойств смесей.
36. Кинетические закономерности химических процессов. Понятия скорости реакции и скорости превращения вещества для простой и сложной реакции. Кинетическое уравнение, порядок реакции, кинетическая кривая.
37. Типы химических реакторов, их структурные элементы, основные процессы и явления в них.
38. Идеальные и неидеальные модели движения жидкостей. Сравнительная оценка моделей.

39. Математические модели процессов в реакторах различного типа. Классификация математических моделей процессов в реакторах.
40. Изотермические процессы в химическом реакторе. Влияние структуры потока, стационарности процесса, параметров и условий протекания процесса, вида химической реакции, ее параметров на профили концентраций и показатели процесса в реакторе.
41. Неизотермические процессы в химических реакторах. Организация тепловых потоков и режимов в химических реакторах. Распределение температуры, концентраций и степени превращения в реакторе.
42. Классификация процессов массообмена. Равновесные условия массообмена. Материальный баланс и уравнение рабочей линии при массопередаче.
43. Массообменные критерии подобия, их физический смысл. Определение коэффициентов массоотдачи из критериев подобия.
44. Процессы разделения жидких смесей, основанные на различной летучести компонентов.
45. Определение основных размеров противоточных колонных аппаратов с непрерывным и ступенчатым контактом фаз. Понятие числа единиц переноса и высоты единицы переноса.
46. Зависимость между эффективностью тарелки по Мэрффри и числом единиц переноса.
47. Основные тепловые процессы: нагревание-охлаждение, конденсация, испарение. Тепловые балансы при изменении и без изменений фазового состояния теплоносителей.
48. Водяной пар как теплоноситель, его преимущества. Определение расхода пара на нагревание и испарение жидкости.
49. Прямоток и противоток теплоносителей. Расчет средней движущей силы процесса теплопередачи. Средняя движущая сила при прямотоке и противотоке теплоносителей.
50. Теплоотдача и теплопередача. Математическое описание, физический смысл коэффициентов, температурный градиент.
51. Основные параметры работы гидравлических машин: производительность, напор, мощность, КПД.
52. Схемы ХТС, отображающие ее технологическую топологию: технологические, структурные, операторные и функциональные.
53. Моделирование углеводородной смеси. Методы анализа углеводородных смесей. Разгонки ИТК, Энглера, однократного испарения.
54. Первичная и вторичная переработка углеводородного сырья.

Учебно-методическое и информационное обеспечение программы вступительных испытаний

1. Ю.Л. Павлов, Н.Н. Зиятдинов, И.И. Емельянов, Системный анализ и особенности управления типовыми объектами химической технологии [Учебник] учеб. пособие: Казань: Изд-во КНИТУ, 2015
2. Ю.Л. Павлов, Н.Н. Зиятдинов, Д.А. Рыжов, Системный анализ химико-технологических процессов как объектов управления и методы настройки регуляторов [Учебник] учеб. пособие: Казань, 2013
3. Т. Гартман, Д. . Клушин, Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов [Учебник] учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "Основные процессы хим. производств и хим. кибернетика": М. : Академкнига, 2006
4. Г.М. Островский, Н.Н. Зиятдинов, Т.В. Лаптева, Оптимизация технических систем [Учебник] учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. подготов. "Системный анализ и управление": М.: КНОРУС, 2012

5. Ю. Комиссаров, Л. Гордеев, Д. Вент, Процессы и аппараты химической технологии [Учебник] учеб. пособие для подготов. бакалавров, магистров и дипломир. спец. вузов, обуч. по химико-технол. напр.: "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии и биотехнологии", "Химическая технология и биотехнология": М.: Химия, 2011
6. И.Н. Дорохов, В.В. Меньшиков, Системный анализ процессов химической технологии [Прочее] Интеллект. сист. и инж. творчество в задачах интенсификации хим.-технол. процессов и производств: М.: Наука, 2005
7. В. Кафаров, М. Глебов, Математическое моделирование основных процессов химических производств [Учебник] учеб. пособие для хим.-технол. спец. вузов: М.: Высш. шк., 1991
8. В.К. Викторов, Н.В. Кузичкин, Н.В. Лисицын, Химико-технологические системы: оптимизация и ресурсосбережение [Учебник] учеб. пособие для студ. вузов: СПб.: Менделеев, 2007
9. О. В. Шишов, Программируемые контроллеры в системах промышленной автоматизации [Прочее] Учебник: Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2020
10. В. Балакирев, Надежность систем автоматизации [Учебник] учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "Автоматизация технологич. процессов и производств" напр. подготов. дипломир. спец.- "Автоматизир. технологии и произ-ва": Саратов, 2006
11. А.В. Невский, В.П. Мешалкин, В.А. Шарнин, Анализ и синтез водных ресурсосберегающих химико-технологических систем [Монография] монография: М.: Наука, 2004
12. В.А. Холоднов, В.П. Дьяконов, Е.Н. Иванова [и др.], Математическое моделирование и оптимизация химико-технологических процессов [Прочее] практ. руководство: СПб.: Профессионал, 2003
13. В.А. Холоднов, К. Хартманн, В.Н. Чепикова, В.П. Андреева Системный анализ и принятие решений. Компьютерные технологии моделирования химико-технологических систем. Учебное пособие. СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2007.
14. Р.С. Рид Свойства газов и жидкостей / Р. Рид, Дж. Праусниц, Т. Шервуд; Пер. с англ. под ред. Б. И. Соколова. - 3-е изд., перераб. и доп. - Ленинград: Химия : Ленингр. отд-ние, 1982. - 592 с.
15. А.Г. Касаткин, Основные процессы и аппараты химической технологии. Учеб. для студ. хим.-технол. спец. вузов: М.: Альянс, 2005.
16. Ю.И. Дытнерский, Процессы и аппараты химической технологии Учеб. для студ. хим.-технол. спец. вузов: М.: Химия, 2002.
17. К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков, Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Учеб. пособие: М.: Альянс, 2007.
18. С.В. Рачковский, А.А. Хоменко, И.И. Поникаров [и др.], Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки [Учебник] учебник: Казань: КНИТУ, 2014
19. Зысин Л. В., Калютник А. А. Теплообменное оборудование: Учеб. пособие. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010
20. А.Н. Иванов, В.Н. Белоусов, С.Н. Смородин Теплообменное оборудование предприятий учеб. пособие: Санкт-Петербург, 2016