



**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»** включает два этапа:

### **Этап 1. Тестирование**

Результат составляет до 40 баллов. Если результат тестирования дал 0 баллов, и 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.

Дополнительно к баллам, набранным в результате прохождения вступительных испытаний, могут быть начислены баллы за индивидуальные достижения. Количество баллов, получаемых за индивидуальные достижения, указано в таблице 1.

### **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 Мэрфри 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.

55. Газофракционирующая установка. Назначение, характеристика сырья и продуктов, описание технологической схемы и процесса, оборудования и режимов их работы.

56. Установка экстрактивной ректификации изопрен – изоамиленовой фракции. Назначение, характеристика сырья и продуктов, описание технологической схемы и процесса, оборудования и режимов их работы.

57. Установка изомеризации n-пентана. Назначение, характеристика сырья и продуктов, описание технологической схемы и процесса, оборудования и режимов их работы.

58. Установка производства этилен-пропиленовой фракции (пиролиз и разделение). Назначение, характеристика сырья и продуктов, описание технологической схемы и процесса, оборудования и режимов их работы.

59. Установка производства МТБЭ. Назначение, характеристика сырья и продуктов, описание технологической схемы и процесса, оборудования и режимов их работы.

Таблица 1 – Перечень индивидуальных достижений для начисления дополнительных баллов при поступлении в 2023 на программу магистратуры «Системная инженерия, цифровизация и управление в химической технологии и промышленности»

№	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	Диплом	10

	<p>перечню:</p> <p>13.03.01, Теплоэнергетика и теплотехника</p> <p>13.03.02, Электроэнергетика и электротехника</p> <p>18.03.01, Химическая технология</p> <p>18.03.02, Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии</p> <p>19.03.01, Биотехнология</p> <p>27.03.03, Системный анализ и управление</p> <p>27.03.04, Управление в технических системах</p>		
<b>Перечень достижений для начисления дополнительных баллов при поступлении от промпартнера</b>			
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

## ЛИТЕРАТУРА

1. Процессы и аппараты химической технологии: учебник / А. И. Разинов, А. В. Клинов, Г.С. Дьяконов; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2017. – 860 с.

2. Рид, Р., Праусниц, Дж., Шервуд, Т. Свойства газов и жидкостей / Р. Рид, Дж. Праусниц, Т. Шервуд; пер. с англ. – 3-е изд. – Л.: Наука, 1982. – 401 с.



3. Рябов В.Д. Химия нефти и газа / В.Д. Рябов. – М.: ИД «ФОРУМ», 2009. – 336 с.
4. Лаптев А.Г., Минеев Н.Г., Мальковский П.А. Проектирование и модернизация аппаратов разделения в нефте- и газопереработке. – Казань: Печатный Двор, 2002. – 220 с.
5. Лаптев А.Г., Фарахов М.И. Разделение гетерогенных систем в насадочных аппаратах [Прочее]: Казань, 2006.
6. Лебедев Н.Н., Манаков М.Н., Швец В.Ф. Теория химических процессов основного органического и нефтехимического синтеза. М: Химия, 1984 – 352 стр.
7. Потехин В.М., Потехин В.В. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки. СПб.: ХИМИЗДАТ. 2007 – 944 стр.
8. Денисов Е.Т., Саркисов О.М. Лихтенштейн Г.И. Химическая кинетика. М.: Химия. 2000 – 565 стр.
9. Панченков Г.М., Лебедев В.П. Химическая кинетика и катализ. М.: Химия, 1985 – 590 стр.
10. Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза. – М.: Химия, 1988. – 588 с.
11. Тимофеев В.С. Серафимов Л.А. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза. – М.: Высшая школа, 2003. – 536 с.
12. Емельянычева, Е. А. Теоретические основы химической технологии переработки углеводородного сырья: учебное пособие / Е. А. Емельянычева, А.И. Абдуллин, Т. Ф. Ганиева. — СПб.: Проспект Науки, 2018. – 112 с.
13. Жоров Ю.М. Расчеты и исследования химических процессов нефтепереработки. М.: Химия, 1973. – 278 с.
14. А. И. Богомолов, А. А. Гайле, В. В. Громова и др.: под ред. В.А. Проскурякова, А. Е. Драбкина. Химия нефти и газа: Учеб. пособие для вузов. — 3-е изд. — СПб.: Химия, 1995. — 448 с.
15. 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.

16. 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.

17. Основы проектирования химических производств: Учебник для вузов / Под ред. А. И. Михайличенко. – М.: ИКЦ «Академкнига» 2010. – 371с.

18. Капустин В.М., Рудин М.Г., Кудинов А.М. Основы проектирования нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий. – М.: Химия, 2012. – 440 с.

19. Кузнецова И. М., Харлампики Х. Э., Иванов В. Г., Чиркунов Э. В. Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов / Под ред. Х. Э. Харлампики: Учебник. –2-е изд., перераб – СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 448 с.

20. Кузнецова И. М., Харлампики Х. Э., Батыршин Н. Н. Общая химическая технология: материальный баланс химико-технологического процесса: учебное пособие / И. М. Кузнецова, Х. Э. Харлампики, Н. Н. Батыршин. - Москва: Логос, 2007. - 263 с.

21. Кафаров В. В. Системный анализ процессов химической технологии : основы стратегии: монография / В. В. Кафаров, И. Н. Дорохов ; ответственный редактор Н. М. Жаворонков. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 499 с.

22. Гусев В.П. Основы гидравлики: Томск, Издательство ТПУ, 2009.

23. Рачковский С.В., Хоменко А.А., Поникаров И.И. [и др.], Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки [Учебник] учебник: Казань: КНИТУ, 2014.

24. Иванов А.Н., Белоусов В.Н., Смородин С.Н. Теплообменное оборудование предприятий учеб. пособие: Санкт-Петербург, 2016.

25. Савельев Н.И. Расчет и проектирование кожухотрубчатых теплообменных аппаратов: учеб. пособие / Н.И. Савельев, П.М. Лукин. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та. 2010 – 80 с.

26. Гартман Т., Клушин Д. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов [Учебник] учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по

специализация. "Основные процессы химического производства и химическая кибернетика": М.: Академкнига, 2006.

27. Павлов Ю.Л., Зиятдинов Н.Н., Емельянов И.И. Системный анализ и особенности управления типовыми объектами химической технологии [Учебник] учеб. пособие: Казань: Изд-во КНИТУ, 2015.

28. Комиссаров Ю., Гордеев Л., Вент Д. Процессы и аппараты химической технологии [Учебник] учеб. пособие для подготов. бакалавров, магистров и дипломированных специалистов вузов, обуч. По химико-технологическому направлению: "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии и биотехнологии", "Химическая технология и биотехнология": М.: Химия, 2011.

29. Кафаров В., Глебов М. Математическое моделирование основных процессов химических производств [Учебник] учеб. пособие для химико-технологических специальностей вузов: М.: Высш. шк., 1991.

30. Островский Г.М., Волин Ю.М., Зиятдинов Н.Н. Оптимизация в химической технологии [Прочее]: Казань: ФЭН, 2005.

31. Викторов В.К., Кузичкин Н.В., Лисицын Н.В. Химико-технологические системы: оптимизация и ресурсосбережение [Учебник] учеб. пособие для студентов вузов: СПб.: Менделеев, 2007.

32. Холоднов В.А., Дьяконов В.П., Иванова Е.Н. [и др.], Математическое моделирование и оптимизация химико-технологических процессов [Прочее] практ. руководство: СПб.: Профессионал, 2003.

33. Козлов В. Н., Системный анализ, оптимизация и принятие решений: учеб. пособие / В. Н. Козлов. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – 244 с.

34. Каргин В. Р. Теория принятия решений и системный анализ: учебное пособие / В.Р. Каргин, Б.В. Каргин, А.В. Казаков. – Самара: Издательство Самарского университета, 2022. – 156 с.

35. Палий И. А. Линейное программирование: учебное пособие для вузов / И. А. Палий. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 175 с.