

**Российский государственный университет нефти и газа
(национальный исследовательский университет)
имени И.М. Губкина**

**Утверждена проректором по
научной и международной работе
проф. А.Ф. Максименко
14 апреля 2022 года**

ПРОГРАММА

**вступительного испытания по научной специальности
2.5.4. «Роботы, мехатроника и робототехнические системы»
для поступающих в аспирантуру РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина
в 2022/2023 уч. году**

Введение

Программа вступительного испытания разработана на основании требований, установленных паспортом научной специальности 2.5.4. «Роботы, мехатроника и робототехнические системы».

Современная теория робототехнических систем представляет собой область науки, в которой развиваются теоретические и экспериментальные методы анализа и синтеза механизмов машин и приборов, машин автоматов, роботов и их комплексов, а также системы управления.

Научное направление опирается на математику, механику твердых и деформируемых тел, теорию машин и механизмов, информатику, кибернетику, используя также и методы электро-, гидро-, термодинамики.

Вопросы к вступительному экзамену

Анализ механизмов, машин и робототехнических систем

Структура механизмов. Основные понятия теории механизмов и машин. Основные виды механизмов. Число степеней свободы механизмов. Структурный синтез механизмов. Избыточные связи и синтез механизмов с оптимальной структурой. Неголономные связи в механизмах.

Кинематический анализ механизмов. Задачи кинематического анализа механизмов. Метод замкнутых векторных контуров. Матрицы преобразования в кинематике механизмов. Кинематический анализ плоских и пространственных незамкнутых кинематических цепей.

Кинематический анализ механизмов с замкнутыми кинематическими цепями. Кинематический анализ плоских и пространственных диад. Методы кинематического анализа пространственных механизмов. Метод анализа, основанный на матрице перехода. Метод анализа, основанный на векторных рекуррентных формулах. Кинематический анализ механизмов с высшими кинематическими парами.

Передаточные отношения фрикционных и зубчатых механизмов.

Структура и кинематика роботов и манипуляторов. История развития робототехники. Основные понятия и определения робототехники. Области применения манипуляционных роботов. Классификация промышленных роботов, их структура. Назначение основных элементов промышленных роботов. Механизмы манипуляторов. Особенности конструкции разомкнутых и замкнутых схем манипуляторов. Задачи кинематического исследования механизмов и манипуляторов. Прямая и обратная задачи

кинематики манипуляторов. Анализ механизмов методом проецирования замкнутых векторных контуров. Маневренность манипуляционных систем. Избыточные степени подвижности манипуляционных систем. Свойство достижимости и зона обслуживания манипуляционных роботов. Манипулятивность манипуляционных систем. Ориентация, угол обслуживания и коэффициент сервиса. Точность позиционирования манипуляционных систем.

Динамический анализ механизмов.

Динамические модели механизмов, машин и роботов. Приведение сил и масс. Уравнения движения механизмов с голономными и неголономными связями. Общие методы решения линейных и нелинейных уравнений движения механизмов. Динамика механизмов с упругими звеньями. Динамика механизмов с гидро-, пневмо- и электроприводом. Динамика механизмов с переменными массами. Колебания в рычажных механизмах. Уравновешивание механизмов. Кинетостатический расчет механизмов.

Динамика роботов и манипуляторов. Кинетостатика исполнительного механизма. Силовой анализ передаточных механизмов робота. Приводы роботов и их динамические характеристики. Уравнения движения робота в форме уравнений Лагранжа второго рода. Методы уменьшения динамических ошибок. Статические ошибки роботов. Упругие колебания роботов. Малые колебания робота вблизи программного движения. Грузоподъемность.

Применение роботов на практике. Механизмы захватных устройств манипуляционных роботов. Погрузочно-разгрузочные и транспортно- складские роботы. Мобильные роботы. Грузоподъемные устройства на базе механизмов высоких классов.

Синтез механизмов

Структурный синтез рычажных механизмов. Классификация кинематических пар, кинематических цепей и механизмов. Два типа рычажных механизмов. Принцип Ассура структурного строения и образования рычажных механизмов. Плоские структурные группы и их классификация. Структурный синтез рычажных механизмов: синтез структурных групп; синтез замкнутых кинематических цепей; синтез структурных схем; выбор структурной схемы проектируемого механизма.

Кинематический синтез рычажных механизмов. Основные и дополнительные условия синтеза. Классификация задач синтеза рычажных механизмов. Функция отклонений. Функциональные возможности (ФВ) рычажных механизмов: критерии оценки ФВ механизма; методы исследования ФВ механизмов; ФВ некоторых механизмов. Аналитические методы синтеза рычажных механизмов: метод интерполирования; метод квадратического приближения; метод наилучшего приближения. Метод блокируемых

зон. Аппроксимационный синтез и оптимизационный синтез рычажных механизмов. Синтез механизмов по методам оптимизации с применением ЭВМ.

Координация движений двух подвижных плоскостей при помощи бинарных звеньев вида ВВ, ВП и ПП. Синтез плоских перемещающих и направляющих исполнительных кинематических цепей (ИКЦ). Синтез плоских диад с присоединенным бинарным звеном. Структурно-кинематический синтез плоских перемещающих, направляющих и передаточных механизмов.

Синтез механизмов с высшими кинематическими парами. Основная теорема зацепления. Синтез сопряженных профилей и поверхностей. Цилиндрическая эквивалентная зубчатая передача. Другие виды цилиндрических зубчатых передач. Конические зубчатые передачи.

Зубчатая передачи со скрещивающимися осями вращения звеньев. Синтез планетарных механизмов. Синтез бесступенчатых фрикционных передач с замкнутым дифференциалом. Синтез кулачковых механизмов.

Системы управления машин-автоматов. Логический синтез систем управления машин-автоматов. Манипуляторы и промышленные роботы. Технические показатели манипуляторов. Кинематика и динамика манипуляторов.

Системы управления манипуляторами.

Инновационное проектирование робототехнических систем: компьютерное конструирование механизмов роботов, проектирование манипуляторов промышленных роботов, исполнительных механизмов робототехнических систем.

Опыт применения программного обеспечения мехатронных и робототехнических систем. Принципы управления робототехническими системами.

Основная литература

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. М.: Наука, 1975.- 638 с.
2. Левитский Н.И. Теория механизмов и машин. - М., "Наука", 1979. - 576 с.
3. Джолдасбеков У.А.. Графоаналитические методы анализа и синтеза механизмов высоких классов. - Алма-Ата: "Наука", 1983.- 255 с.
4. Джолдасбеков У.А., Байгунчечков Ж.Ж.. Аналитическая кинематика и динамика плоских рычажных механизмов высоких классов с вращательными и поступательными кинематическими парами.- Алматы: "Гылым", 1993.- 151 с.
5. Джолдасбеков У.А., Байгунчечков Ж.Ж., Ибраев С.М. Структурный синтез плоских рычажных механизмов высоких классов. - Алматы, "Гылым", 1993.132 с.
6. Джолдасбеков У.А., Байгунчечков Ж.Ж., Акимулова К.Е. Структурно-

кинематический синтез плоских рычажных механизмов высоких классов. - Алматы: "Гылым", 1993. - 219 с.

7. Джолдасбеков У.А., Байгунчечков Ж.Ж., Ибраев С.М. Структурно-кинематический синтез плоских механизмов и манипуляционных устройств высоких классов со многими степенями свободы. - Алматы, "Гылым", 1993. - 188 с.

8. Кинематика, динамика и точность механизмов. Под редакцией д.т.н. Г.В.Крейнина. - М., "Машиностроение", 1984. - 224 с.

9. Саркисян Ю.Л. Аппроксимационный синтез механизмов. - М.: "Наука", 1982. - 304 с.

10. Механика промышленных роботов. В трех книгах. Под редакцией К.В.Фролова, Е.И. Воробьева. - М., "Высшая школа", 1988.

11. Байгунчечков Ж.Ж., Джолдасбеков С.У. Основы структурного, кинематического и динамического анализа пространственных механизмов высоких классов. Алматы, "Гылым", 1994. - 148 с.

12. Лукинов, А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: учебное пособие / А. П. Лукинов. — Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 608 с.

13. Зенкевич С.Л., Ющенко А.С. Основы управления манипуляционными роботами. - Москва: Издательство МГТУ им. Баумана. 2004, - 480 с.

14. Архипов М.В., Варганов М.В., Мищенко Р.С. Промышленные роботы: управление манипуляционными роботами: 2-е изд., исп. и доп. учебное пособие для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 171 с.