

УТВЕРЖДЕНО
на заседании Ученого совета
НАО «КазНУ им. аль-Фараби».
Протокол №10 от «13»05.2023 г.

Программа
вступительного экзамена для поступающих в докторантуру
по группе образовательных программ
D102 - «Робототехника и мехатроника»

1. Общие положения

1. Программа составлена в соответствии с Приказом Министра образования и науки Республики Казахстан от 31 октября 2018 года № 600 «Об утверждении Типовых правил приема на обучение в организации образования, реализующие образовательные программы высшего и послевузовского образования» (далее – Типовые правила).

2. Вступительный экзамен в докторантуру состоит из написания эссе, сдачи теста на готовность к обучению в докторантуре (далее - ТГО), экзамена по профилю группы образовательных программ и собеседования.

№	Блок	Баллы
1	Эссе	10
2	Тест на готовность к обучению в докторантуре	30
3	Экзамен по профилю группы образовательной программы	40
4	Собеседование	20
Всего проходной		100/60

3. Продолжительность вступительного экзамена – 4 часа, в течение которых поступающий пишет эссе, проходит тест на готовность к обучению в докторантуре, отвечает на электронный экзаменационный билет. Собеседование проводится на базе вуза до вступительного экзамена.

2. Порядок проведения вступительного экзамена

1. Поступающие в докторантуру на группу образовательных программ D102 - «Робототехника и мехатроника» пишут проблемное / тематическое эссе. Объем эссе – не менее 250-300 слов.

2. Электронный экзаменационный билет состоит из 3 вопросов.

1. Перечень экзаменационных тем

Дисциплина «Механика роботов»

1. **Основные понятия теории механизмов и машин.** Машина. Механизмы. Проблемы теории механизмов. Подвижные и неподвижные звенья.
2. **Кинематические пары. Кинематические цепи.** Кинематические пары и их классификация. Условные изображения кинематических пар. Простые и сложные кинематические цепи. Замкнутые и незамкнутые кинематические цепи.
3. **Основные виды механизмов.** Плоские механизмы с низшими парами. Пространственные механизмы с низшими парами. Кулачковые механизмы. Зубчатые механизмы. Фрикционные механизмы. Механизмы с гибкими звеньями. Гидравлические и пневматические механизмы.
4. **Структура механизмов.** Механизм и его кинематическая схема. Структурная формула кинематической цепи общего вида. Обобщенные координаты механизма. Число степеней свободы механизма. Механизмы с избыточными связями. Структурная формула плоских механизмов. Структура плоских механизмов. Структура пространственных механизмов.
5. **Классификация плоских механизмов.** Основной принцип образования механизмов. Группы Ассура. Структурная классификация плоских механизмов.
6. **Кинематический анализ механизмов.** Кинематический анализ плоских рычажных механизмов графическим методом. Кинематика начальных звеньев механизмов. Аналогии скоростей и ускорений. Определение скоростей и ускорений методом планов. Кинематический анализ плоских рычажных механизмов аналитическим методом.
7. **Кинематическое исследование механизмов передач.** Основные кинематические соотношения. Механизмы фрикционных передач. Механизмы зубчатых передач.
8. **Силовой анализ механизмов.** Задачи силового расчета механизмов. Силы, действующие на звенья механизма.
9. **Трение в механизмах.** Виды трения. Трение в поступательной кинематической паре. Трение в винтовой кинематической паре. Трение во вращательной кинематической паре.
10. **Силы инерции звеньев плоских механизмов.** Определение сил инерции звеньев.
11. **Кинетостатический расчет плоских механизмов.** Определение реакций в кинематических парах групп. Силовой расчет типовых механизмов.
12. **Приведение сил и масс в механизмах.** Приведенные силы и моменты. Рычаг Жуковского. Приведенная масса и приведенный момент инерции механизма.
13. **Синтез механизмов.** Основные понятия и определения. Задачи проектирования механизмов.
14. **Синтез плоских зубчатых механизмов.** Основные сведения из теории зацеплений. Геометрические элементы зубчатых колес.
15. **Основные понятия теории машин-автоматов.** Краткое введение в теорию машин-автоматов.
16. **Краткие сведения по теории роботов и манипуляторов.** Промышленные роботы и манипуляторы. Относительные движения звеньев манипулятора.
17. **Ощущение.** Датчики измерения в дальней зоне. Ощущение в ближней зоне. Тактильные датчики. Силомоментное ощущение.
18. **Системы технического зрения.** Получение изображения. Методы освещения. Геометрия изображения. Предварительная обработка информации. Распознавание.
19. **Приводы роботов.** Виды приводов. Кинематические характеристики приводов. Передаточное отношение привода. Размещение приводов на исполнительном устройстве.
20. **Мехатроника.** Определения и терминология мехатроники. Предпосылки развития мехатроники и области применения мехатронных систем. Современные мехатронные системы.
21. **Гуманоидные роботы.** Определения и терминология. Современные гуманоидные роботы.

Дисциплина «Теоретическая механика»

1. **Предмет теоретической механики, основные понятия и определения.** Кинематика точки и твердого тела. Способы задания движения точки. Скорость и ускорение в криволинейном движении. Разложение ускорения по осям естественного трехгранника.
2. **Механическая система.** Поступательное движение абсолютно твердого тела. Вращательное движение абсолютно твердого тела вокруг неподвижной оси. Угловая скорость и угловое ускорение. Скорости и ускорения точек при вращении твердого тела.
3. **Плоскопараллельное движение абсолютно твердого тела.** Скорости и ускорения точек плоской фигуры. Мгновенные центры скоростей и ускорений.
4. **Движение твердого тела около неподвижной точки.** Углы Эйлера. Кинематические уравнения Эйлера. Теорема Эйлера – Даламбера. Скорости и ускорения точек тела, движущегося около неподвижной точки.
5. **Сложное движение твердого тела.** Приведение системы скользящих векторов. Главный вектор и главный момент. Инвариаты приведения системы скользящих векторов. Винт. Кинематические движения Эйлера.
6. **Движение свободного твердого тела.** Теорема Шаля. Скорости и ускорения точек свободного твердого тела.
7. **Сложное движение точки.** Абсолютное, относительное, переносное движение. Теорема о сложении скоростей. Теорема Кориолиса.
8. **Основные определения и аксиомы статики.** Момент силы относительно центра. Момент силы относительно оси.
9. **Система сходящихся сил.** Условия равновесия системы сходящихся сил. Система параллельных сил. Условия равновесия, эквивалентные условия равновесия. Центр тяжести. Методы нахождения центра масс.
10. **Теория пар.** Система сил, произвольно расположенных в пространстве. Условия равновесия для различных систем сил. Статически неопределенные системы.
11. **Динамика точки и системы материальных точек.** Прямолинейные колебания точки (гармонические, затухающие, вынужденные). Дифференциальные уравнения движения системы материальных точек.
12. **Общие теоремы динамики точки.** Основные динамические величины системы. Общие теоремы динамики системы.
13. **Виды связей.** Элементарная работа силы. Работа силы тяжести, силы упругости, силы трения. Основные понятия.
14. **Виртуальные и истинные перемещения.** Вариация координат. Число степеней свободы.
15. **Обобщенные координаты, скорости и силы.** Условия, налагаемые связями на вариации координат. Принцип возможных перемещений.
16. **Принцип Даламбера.** Общие теоремы, выводимые из принципа Даламбера. Принцип Даламбера-Лагранжа.
17. **Метод множителей Лагранжа.** Уравнения Лагранжа 1-го рода. Голономные и неголономные системы. Определение реакций с помощью уравнений Лагранжа 1-го рода.
18. **Уравнения Лагранжа II рода.** Уравнения Лагранжа для системы, находящейся под действием потенциальных сил. Функция Лагранжа. Интеграл энергии.
19. **Дифференциальные уравнения вращательного движения твердого тела.** Давление на ось. Плоскопараллельное движение абсолютно твердого тела.
20. **Теория деформаций.** Коэффициент относительного удлинения. Тензор деформаций. Геометрический смысл его компонент. Инварианты тензора деформаций. Коэффициент объемного расширения. Условие совместности деформаций. Тензор скоростей деформаций. Формула и теорема Коши-Гельмгольца.
21. **Прочность и разрушение.** Классические теории прочности. Модель тела с трещинами. Критерии разрушения. Механика трещин. Механика рассеянного разрушения.
22. **Трение.** Законы трения скольжения. Реакции шероховатых связей. Угол трения. Трения качения.
23. **Центр тяжести.** Центр параллельных сил. Центр тяжести твердого тела. Координаты центров тяжести однородных тел. Центры тяжести некоторых однородных тел.
24. **Кинематика точки и твердого тела.** Кинематика точки. Способы задания движения точки. Траектория. Вектор скорости точки. Вектор ускорения точки. Движения твердого тела.

25. **Прямолинейные колебания точки.** Свободные колебания. Вынужденные колебания. Резонанс.

26. **Динамика системы.** Введение в динамику системы. Теоремы динамики системы.

27. **Общие теоремы динамики точки.** Количество движения и кинетическая энергия точки. Импульс силы. Работа силы.

Дисциплина «Алгоритмизация и программирование, CAD/CAM»

1. **Алгоритмизация.** Понятие алгоритма, свойства алгоритма. Базовые алгоритмические структуры. Линейный алгоритм. Ветвления. Циклы. Вложенные циклические структуры. Итерационные структуры.

2. **Основы программирования.** Этапы решения задач на ЭВМ. Структура программы на языке высокого уровня. Основные операторы.

3. **Типовые вычислительные процессы. Ветвления и циклы.** Операторы проверки условий, оператор перехода. Логические операции. Операции отношений. Оператор выбора. Циклические вычислительные процессы. Оператор цикла с параметром, предусловием, постусловием. Вложенные циклы. Итерационные циклические вычислительные процессы.

4. **Операции с индексированными переменными.** Операции с индексированными переменными. Одномерные массивы. Двумерные массивы.

5. **Подпрограммы.** Организация функции. Передача аргументов и вызов функции.

6. **Языки программирования высокого уровня.** Эволюция языков программирования. Классификация языков программирования. Трансляторы, компиляторы, интерпретаторы. Интегрированные среды программирования.

7. **Нормативно-технические документы.** Виды изделий и стадии разработки конструкторской документации. Виды конструкторских документов.

8. **Сборочные и детализовочные чертежи.** Сборочные и детализовочные чертежи. Спецификации.

9. **Команды системы AutoCAD.** Ввод команды системы AutoCAD.

10. **Единицы измерения в системе AutoCAD.** Настройка единиц измерения системы AutoCAD.

11. **Типы примитивов в системе AutoCAD:** отрезок, точка, луч, прямая, окружность, дуга, эллипс. Примеры примитивов отрезок, точка, луч, прямая, окружность, дуга, эллипс системы AutoCAD.

12. **Способы ввода координат точек в системе AutoCAD.** Пример ввода координат точек системы AutoCAD

13. **Режимы, используемые в системе AutoCAD.** Пример режимов, используемых в системе AutoCAD

14. **Типы примитивов в системе AutoCAD:** полилиния, прямоугольник, многоугольник, мультилиния, надписи. Пример примитивов полилиния, прямоугольник, многоугольник, мультилиния, надписи системы AutoCAD.

15. **Трехмерные построения.** Установление системы координат, уровень и высота. Примеры установки системы координат, уровня и высоты в системе AutoCAD. Методы создания трехмерных моделей деталей в системе AutoCAD.

16. **Моделирование робототехнических и мехатронных систем.** Определение и назначение моделирования. Классификация методов моделирования по типу модели. Автоматизированное моделирование технических объектов. Пакеты визуального моделирования робототехнических и мехатронных систем.

17. **Управление роботами.** Задачи управления манипуляционными роботами. Системы управления роботом.

18. **Искусственный интеллект и планирование задач в робототехнике.** Искусственный интеллект. Основы теории нейронных сетей. Искусственные нейронные сети. Самообучение в нейронных сетях. Обучение робота.

19. **Языки программирования роботов.** Характеристики роботоориентированных языков.

20. **Arduino.** Общие сведения о платформе Arduino. Аппаратная часть. Платы Arduino.

2. Список литературы

Основная:

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин: Учеб. для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука. Гл. ред. физ. -мат. лит., 1988. – 640 с.
2. Левитская О.Н., Левитский Н.И. Курс теории механизмов и машин. М.: «Высшая школа», 1995.
3. Теория механизмов и машин. Под ред. Фролова К.В. М.: «Высшая школа», 2003.
4. Теория механизмов и механика машин. Под ред. Фролова К.В. М.: «Высшая школа», 1998.
5. Жолдасбеков Ө.А. Машиналар механизмдерінің теориясы. Алматы.: «Мектеп» баспасы, 1972.
6. К. Фу, Р. Гонсалес, К. Ли. Робототехника. - М.: Изд. Мир, 1989. - 621 с.
7. Опадчий, Ю. Ф. Аналоговая и цифровая электроника (полный курс): учебник для вузов / Ю. Ф. Опадчий, О. П. Глудкин, А. И. Гуров; под ред. О. П. Глудкина. – М.: Горячая линия – Телеком, 1999. – 768 с.: ил.
8. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела. – М.: Наука, 1988. – 712 с.
9. Ахмедханлы Д.М., Ушмаева Н.В. Основы алгоритмизации и программирования: электрон. учеб.-метод. пособие / Д.М. Ахмедханлы, Н.В. Ушмаева. - Тольятти: Изд-во ТГУ, 2016. – 1 оптический диск.
10. Макаров В.Л. Программирование и основы алгоритмизации: Учеб.пособие. – СПб.: СЗТУ, 2003. -110 с.
11. Бутенин Н.В., Лунц Я.Л., Меркин Д.Р. Курс теоретической механики. – 11 изд., стер. – С-Пб: Лань, 2009. – 736 с.
12. Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики. Ч.1. – 10 изд., стер. – С-Пб: Лань, 2009. – 480 с.
13. Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики. Ч.2. – 7 изд., стер. – С-Пб: Лань, 2009. – 336 с.
14. Маркеев А.П. Теоретическая механика. – М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 592 с.
15. Яблонский А.А., Никифорова В.М. Курс теоретической механики. Статика, кинематика, динамика. – М.: КноРус, 2011. – 608 с.
16. Жолдасбеков Ө.А., Сағитов М.Н. Теориялық механика. Алматы, 2002 – 575 бет.
17. Зенкевич С. Л., Ющенко А. С. Управление роботами. Основы управления манипуляционными роботами: Учеб. для вузов – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. – 400 с.
18. Юрьевич Е. И. Управление роботами и робототехническими системами. Санкт-Петербург, - 171 с. 2000.
19. Станкевич Л.А. Искусственный интеллект и искусственный разум в робототехнике : учеб. пособие / Л.А. Станкевич, Е.И. Юревич. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та., 2012. – 167 с.
20. Фролов И.И. Системы технического зрения : учеб.-мето. Пособие / И.И. Фролов, М.М. Лукашевич, А.Л. Яночкин. – Минск : БГУИР, 2016. – 70 с. : ил.
21. Луис Педро Коэлью, Вилли Ричарт. Построение систем машинного обучения на языке Python. 2-е издание / пер. с англ. Слинкин А.А. – М.: ДМК Пресс, 2016. – 302 с.: ил.
22. Блум Джереми. Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства: Пер. с англ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2015. – 336 с.: ил.
23. Воронин А.В. Моделирование мехатронных систем: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 137 с.
24. Подураев Ю.В. Мехатроника: основы, методы, применение. - М.: Машиностроение, 2006. -256 с.
25. Жұмашева Ж.Т. Мехатроника. Оқу құралы. - Алматы.: ҚазҰТУ, 2009, 80 б.
26. Хейфец, А. Л. Инженерная компьютерная графика. AutoCAD / А.Л. Хейфец. - М.: Диалог-Мифи, 2014. - 432 с.
27. Шипова, Г. М. Моделирование и создание чертежей в системе AutoCAD / Г.М. Шипова, В.Г. Хрящев. - М.: БХВ-Петербург, 2016. - 218 с.
28. Rakisheva Z.B., Sukhenko A.S. Textbook on Theoretical Mechanics – 2d ed. – Almaty: Qazaq university, 2017. – 354 p.

Дополнительная:

1. Кирсанов М.Н. Maple и MapleT. Решение задач механики: Учебное пособие. – СПб: Издательство «Лань», 2012. – 512 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).
2. Абдрахманов М.И. Python. Уроки. 2-е издание - 2019. – 156 с.
3. Хабловский И., Скулимовски, В. Электроника в вопросах и ответах: Пер. с польского. / И. Хабловски, В. Скулимовски; под ред. В.И.Котикова. – М.: Радио и связь, 1984. – 304 с.: ил.
4. Фишер, Дж.Э., Гетланд, Х.Б. Электроника от теории к практике / Дж.Э.Фишер, Х.Б.Гетланд. – М.: Энергия, 1980. – 400 с.: ил.
5. Новиков, Ю.Н. Электротехника и электроника. Теория цепей и сигналов, методы анализа: Учебное пособие. / Ю.Н.Новиков. – СПб.: Питер, 2005. – 384 с.: ил.
6. Ключников В.Д. Физико-математические основы прочности и пластичности. – М.: МГУ, 1994. – 190 с.
7. Феодосьев В.И. Соппротивление материалов. – М.: Наука, 1986. – 512 с.
8. Бабаков Н.М. Теория колебаний. – М.: Дрофа, 2004. – 591 с.
9. Тимошенко С.П. Прочность и колебания элементов конструкций. – М.: Наука, 1975. – 704 с.
10. Медведев В.А., Шиянов А.И. Управление роботами: учебное пособие. Воронеж, ВГТУ, 2003. 187 с.
11. Медведев В.С., Лесков А.Г., Ющенко А.С. Системы управления манипуляционных роботов. - М.: Наука, 2008. – 416 с.
12. Николенко С.И., Тулупьев А.Л. Самообучающиеся системы. – М.: МЦНМО, 2009. – 288 с.: 24 илл.
13. Гафаров Ф.М. Искусственные нейронные сети и приложения : учеб. пособие /. Ф.М. Гафаров, А.Ф. Галимиянов. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2018. – 121 с.
14. Николенко С., Кадурын А., Архангельская Е. Глубокое обучение. – СПб.: Питер, 2018. – 480 с.: ил. – (Серия библиотека программиста).
15. Дэвид Форсайт, Жан Понс. Компьютерное зрение. Современный подход. Пер. с англ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 336 с.: ил.
16. Шапиро Л., Стокман Дж. Компьютерное зрение, 2006
17. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений, 2005.
18. Пол Бэрри. Изучаем программирование на Python. Пер. с англ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2018. – 336 с.: ил.
19. Марк Лутц. - Изучаем Python. Пер. с англ. Санкт-Петербург: издательство «БХВ-Петербург», 2014г.
20. Билл Любанович. Простой Python. Современный стиль программирования. – СПб. – Питер, 2016.
21. В. Петин. Проекты с использованием контроллера Arduino 1-ое изд. - Санкт-Петербург: издательство «БХВ-Петербург», 2014г.
22. В. Петин. 77 проектов для Arduino. - Санкт-Петербург: издательство «БХВ-Петербург», 2014г.
23. Капитонов А.А. Введение в моделирование и управление для робототехнических систем / под редакцией д.т.н., проф. А.Л. Фрадкова. – М. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2016. – 108 с.
24. Таугер В.М. Конструирование мехатронных модулей. Екатеринбург, 2009.
25. Дробот Ю.Б. Введение в систему Maple 10. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2006.
26. Мусалимов В.М., Г.Б. Заморуев, И.И. Калапышина, А.Д. Перечесова, К.А. Нурдин. Моделирование мехатронных систем в среде MATLAB (Simulink / SimMechanics): учебное пособие для высших учебных заведений. – СПб: НИУ ИТМО, 2013. – 114 с.
27. Герман-Галкин С.Г. Matlab&Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. –СПб.: КОРОНА-Век, 2008.-368 с.
28. Подураев Ю.В. Основы мехатроники: Учебное пособие. - М.: МГТУ "СТАНКИН", 2000 -80 с.
29. Т. Исии, И. Симояма и др. Мехатроника. - М.: Изд. Мир, 1988.- 317 с.
30. Б. Хайманн, Б. Герт. и другие. Мехатроника. – Новосибирск.: Изд-во СО РАН, 2010.- 602с.

31. Новожилов О.П. Информатика : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. группы «Экономика и управление» и направлению «Информатика и вычислительная техника» / О.П. Новожилов. – М.: Юрайт, 2011. – 564 с. – (Основы наук).
32. Прохорова О.В. Информатика : учебник [Электронный ресурс] / О.В. Прохорова. – Самара: СГАСУ, 2013. – 109 с.
33. Выжигин А.Ю. Информатика и программирование: учебное пособие [Электронный ресурс] / А.Ю. Выжигин. – М.: МосГУ, 2012. – 294 с.
34. Погорелов, Виктор AutoCAD 2009. 3D-моделирование / Виктор Погорелов. - М.: БХВ-Петербург, 2009. - 400 с.
35. Веретенников В.Г., Сеницын В.А. Теоретическая механика (дополнения к общим разделам). – М.: Изд-во МАИ, 1996. – 360 с.
36. Голубев Ю.Ф. Основы теоретической механики. – М.: Изд-во МГУ, 2000. – 719 с.
37. Лойцянский Л.Г., Лурье А.И. Курс теоретической механики. В 2-х томах. – С-Пб: Лань, 2006. – Ч.1: Статика, кинематика. – 352 с. – Ч.2: Динамика. – 640 с.
38. Лидов М.Л. Курс лекций по теоретической механике. – М.: Физматлит, 2010. – 496 с.
39. Архангельский Ю.А. Аналитическая динамика твердого тела. – М.: Наука, 1977. 328 с.
40. Kolovsky M.Z., Evgrafov A.N. Semenov Yu. A., Slousch A.V., Lilov L. Advanced Theory of Mechanisms and Machines. Springer, 2000, 394p.
41. W. Bolton, Mechatronics: Electronic Control Systems in Mechanical Engineering, Longman, 1995.