

УТВЕРЖДЕНО
на заседании Ученого совета
НАО «КазНУ им. аль-Фараби»
Протокол № 11 от 23.05.2025 г.

**Программа вступительного экзамена
для поступающих в докторантуру
на группу образовательных программ
D102 – «Роботы техника және мехатроника»**

I. 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 собеседования, написания эссе и экзамена по профилю группы образовательных программ.

Блок	Баллы
1. Собеседование	30
2. Эссе	20
3. Экзамен по профилю группы образовательной программы	50
Всего/проходной	100/75

3. Продолжительность вступительного экзамена - 3 часа 10 минут, в течение которых поступающий пишет эссе, отвечает на электронный экзаменационный билет. Собеседование проводится на базе вуза до вступительного экзамена.

II. Порядок проведения вступительного экзамена

1. Поступающие в докторантуру на группу образовательных программ D102 – «Роботы техника және мехатроника» пишут проблемное / тематическое эссе. Объем эссе – не менее 250 слов.

Цель эссе – определить уровень аналитических и творческих способностей, выраженных в умении выстраивать собственную аргументацию на основе теоретических знаний, социального и личного опыта.

Виды эссе:

- мотивационное эссе с раскрытием побудительных мотивов к исследовательской деятельности;
- научно-аналитическое эссе с обоснованием актуальности и методологии планируемого исследования;
- проблемное/тематическое эссе, отражающее различные аспекты научного знания в предметной области.

2. Электронный экзаменационный билет состоит из 3 вопросов.

Темы для подготовки к экзамену по профилю группы образовательной программы:

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. Очувствление. Датчики измерения в дальней зоне. Очувствление в ближней зоне. Тактильные датчики. Силомоментное очувствление.

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. Инварианты 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, САД/САМ»

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. Ввода 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 роботов.
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.

III. Список использованных источников

Основная:

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин: Учеб. для втузов. – 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. Юевич. – 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. Сопротивление 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. Галимянов. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2018. – 121 с.
14. Николенко С., Кадурин 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. Нуждин. 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.