

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. АЛЬ-ФАРАБИ

Утверждено на заседании
Академического комитета (НМС)
КазНУ им. аль-Фараби
протокол № _____
от _____ 2020 г.

**ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ
ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В ДОКТОРАНТУРУ PhD
ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ
«8D07117 – Робототехнические системы»**

АЛМАТЫ 2020

Программа составлена в соответствии с Государственным общеобязательным стандартом послевузовского образования. Программа составлена к.ф.-м.н., доц. Ракишевой З.Б., к.т.н., доц. Жумашевой Ж.Т., к.т.н., доц. Еспаевым Б.А.

Программа рассмотрена на заседании кафедры механики
Протокол № 36 от 21. 04. 2020 г.

Зав. кафедрой _____ Ракишева З.Б.

Одобрена на заседании методбюро механико-математического факультета
Протокол № 9 от 22. 04. 2020 г.

Председатель методбюро _____ Абдухитова Г.А.

Утверждена на заседании Ученого совета
Протокол №10 от 24. 04. 2020 г.

Председатель Ученого совета,
декан факультета _____ Жакебаев Д.Б.

Ученый секретарь _____ Жүмәлі А.С.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи вступительного экзамена по специальности

1.1. Цель вступительного экзамена по специальности

Вступительный квалификационный экзамен по ОП «8D07117 – Робототехнические системы» является формой входного контроля при поступлении в докторантуру PhD. Целью входного контроля является оценка качества профессиональной подготовки специалиста и выявление у абитуриентов в докторантуру по ОП «8D07117 – Робототехнические системы» уровня научных и профессиональных знаний и навыков в области робототехнических систем (научно-исследовательская и научно-изыскательная; проектно-конструкторская; производственно-технологическая; образовательная), степени владения магистром профессиональными компетенциями и готовности к дальнейшему профессиональному росту.

1.2. Задачи вступительного экзамена по специальности

В ходе экзамена выявляются:

- Знание абитуриентом фундаментальных основ робототехники, основных достижений и тенденций развития современной механики и робототехники, технологии профессиональной и научной деятельности.
- Навыки решения стандартных научных и профессиональных задач; владение методами исследования характерных задач механики и механики роботов; владение компьютерными методами решения задач, знание пакетов прикладных программ.
- Умение четко, ясно и логично выражать свои мысли в письменной форме и устной речи; умение применять полученные знания к решению практических задач; умение рассуждать и делать логические выводы.
- Умение анализировать и обрабатывать научно-техническую, естественнонаучную и общенаучную информацию, приводя ее к проблемно-задачной форме; проектировать свое дальнейшее профессиональное развитие.

Форма вступительного экзамена - письменный экзамен. Экзаменуемые записывают свои ответы на вопросы экзаменационного билета на листах ответов. В случае апелляции основанием для рассмотрения являются письменные записи в листе ответов.

2. Требования к уровню подготовки лиц, поступающих в докторантуру PhD

Абитуриент, поступающий в докторантуру PhD по ОП «8D07117 – Робототехнические системы», должен иметь фундаментальную научную и профессиональную подготовку, владеть современными знаниями в области механики и робототехники, информационными технологиями, включая методы получения, обработки и хранения научной информации, уметь

формулировать и решать современные научные и практические проблемы, планировать и вести научно-исследовательскую/экспериментально-исследовательскую деятельность по избранной научной специальности, желательно иметь опыт преподавания в вузах, успешно осуществлять исследовательскую и управленческую деятельность. Хорошо владеть иностранным языком, научной терминологией по специальности; наличие международного сертификата приветствуется.

Для обучения в докторантуре PhD по ОП «8D07117 – Робототехнические системы» принимаются магистры по направлениям подготовки: «Естественные науки, математика и статистика», «Информационно-коммуникационные технологии», «Инженерные, обрабатывающие и строительные отрасли».

3. Пререквизиты образовательной программы

Для обучения в докторантуре по робототехническим системам пререквизитами являются следующие дисциплины: «Теоретическая механика» - 6 ECTS кредита, «Механика роботов» – 5 ECTS кредитов, «Программирование» – 5 ECTS кредитов.

4. Перечень экзаменационных тем

Раздел «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.
- 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.

Раздел «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.

Раздел «Программирование и 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.

5. Список рекомендуемой литературы

Основная литература:

1. Бутенин Н.В., Лунц Я.Л., Меркин Д.Р. Курс теоретической механики. – 11 изд., стер. – С-Пб: Лань, 2009. – 736 с.
2. Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики. Ч.1. – 10 изд., стер. – С-Пб: Лань, 2009. – 480 с.
3. Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики. Ч.2. – 7 изд., стер. – С-Пб: Лань, 2009. – 336 с.
4. Маркеев А.П. Теоретическая механика. – М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 592 с.
5. Яблонский А.А., Никифорова В.М. Курс теоретической механики. Статика, кинематика, динамика. – М.: КноРус, 2011. – 608 с.
6. Борисов А.В., Мамаев И.С. Динамика твердого тела. – М.-Ижевск: НИЦ РХД, 2001. – 384 с.
7. Поляхов Н.Н., Зегжда С.А., Юшков М.П. Теоретическая механика. – М.: Высшая школа, 2000. – 592 с.
8. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела. – М.: Наука, 1988. – 712 с.
9. Ключников В.Д. Физико-математические основы прочности и пластичности. – М.: МГУ, 1994. – 190 с.
10. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. – М.: Наука, 1986. – 512 с.
11. Дарков А.В., Шапошников Н.И. Строительная механика. – М.: Наука, 1986. – 368 с.
12. Смирнов А.Ф. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений. – М.: Наука, 1984. – 413 с.
13. Бабаков Н.М. Теория колебаний. – М.: Дрофа, 2004. – 591 с.
14. Тимошенко С.П. Прочность и колебания элементов конструкций. – М.: Наука, 1975. – 704 с.
15. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. М., 1975.
16. Левитская О.Н., Левитский Н.И. Курс теории механизмов и машин. М., 1978.
17. Левитский Н.И. Теория механизмов и машин. М., 1979.
18. Теория механизмов и машин. Под ред. Фролова К.В. М., 1987.
19. Теория механизмов и механика машин. Под ред. Фролова К.В. М., 1998.
20. Д.М. Ахмедханлы, Н.В. Ушмаева. Основы алгоритмизации и программирования, © ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», 2016.

21. В.Л. Макаров. Программирование и основы алгоритмизации. СПб, 2003.
22. Хейфец, А. Л. Инженерная компьютерная графика. AutoCAD / А.Л. Хейфец. - М.: Диалог-Мифи, 2014. - 432 с.
23. Шипова, Г. М. Моделирование и создание чертежей в системе AutoCAD / Г.М. Шипова, В.Г. Хрящев. - М.: БХВ-Петербург, 2016. - 218 с.

Дополнительная литература:

1. Веретенников В.Г., Синицын В.А. Теоретическая механика (дополнения к общим разделам). – М.: Изд-во МАИ, 1996. – 360 с.
2. Голубев Ю.Ф. Основы теоретической механики. – М.: Изд-во МГУ, 2000. – 719 с.
3. 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.
4. Лидов М.Л. Курс лекций по теоретической механике. – М.: Физматлит, 2010. – 496 с.
5. Архангельский Ю.А. Аналитическая динамика твердого тела. – М.: Наука, 1977. 328 с.
6. Kolovsky M.Z., Evgrafov A.N. Semenov Yu. A., Slousch A.V., Lilov L. Advanced Theory of Mechanisms and Machines. Springer, 2000, 394p.
7. Артоболевский И.И., Эдельштейн Б.В. Сборник задач по теории механизмов и машин. М., 1973.
8. Попов С.А., Тимофеев Г.А. Курсовое проектирование по теории механизмов и механике машин. М., 1998.
9. 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).
10. Прохорова, О.В. Информатика : учебник [Электронный ресурс] / О.В. Прохорова. – Самара : СГАСУ, 2013. – 109 с.
11. Выжигин, А.Ю. Информатика и программирование : учебное пособие [Электронный ресурс] / А.Ю. Выжигин. – М. : МосГУ, 2012. – 294 с.
12. Сырецкий, Г.А. Информатика: фундаментальный курс : учеб. Для вузов. Т. 1. Основы информационной и вычислительной техники. Г.А. Сырецкий. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 822 с.
13. Шапорев, С.Д. Информатика: теоретический курс и практ. занятия : учеб. для вузов / С.Д. Шапорев. – СПб. : БХВ-Петербург, 2008. – 469 с.
14. Погорелов, Виктор AutoCAD 2009. 3D-моделирование / Виктор Погорелов. - М.: БХВ-Петербург, 2009. - 400 с.

6. Критерии оценивания результатов вступительного экзамена

Билет включает в себя 4 вопроса. Каждый вопрос по каждой дисциплине оценивается в 25%. Общее количество за 4 вопроса – 100%.

Шкала оценок:

Ответ абитуриента оценивается на 90-100% «отлично», когда он демонстрирует полное понимание фундаментальных основ механики и робототехники, основных достижений и тенденций развития современной механики и робототехники, технологии профессиональной и научной деятельности. Умеет четко, ясно и логично выражать свои мысли в письменной форме и устной речи; умеет применять полученные знания к решению практических задач; умеет рассуждать и делать логические выводы.

Ответ абитуриента оценивается на 70-89% «хорошо», когда он демонстрирует значительное понимание фундаментальных основ механики и робототехники, основных достижений и тенденций развития современной механики и робототехники, технологии профессиональной и научной деятельности. Умеет четко, ясно и логично выражать свои мысли в письменной форме и устной речи; умеет применять полученные знания к решению практических задач; умеет рассуждать и делать логические выводы.

Ответ абитуриента оценивается на 50-69% «удовлетворительно», когда ответ свидетельствует о наличии ограниченного понимания фундаментальных основ механики и робототехники, основных достижений и тенденций развития современной механики и робототехники, технологии профессиональной и научной деятельности. Не умеет четко, ясно и логично выражать свои мысли в письменной форме и устной речи; умеет применять полученные знания к решению практических задач; умение рассуждать и делать логические выводы.

Ответ абитуриента оценивается на 0-49% «не удовлетворительно», когда ответ свидетельствует о полном отсутствии понимания фундаментальных основ механики и робототехники, основных достижений и тенденций развития современной механики и робототехники, технологии профессиональной и научной деятельности. Не умеет четко, ясно и логично выражать свои мысли в письменной форме и устной речи; не умеет применять полученные знания к решению практических задач; неумение рассуждать и делать логические выводы.