

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

Кафедра **И8 «Системы приводов, мехатроника и робототехника»**
(наименование)

УТВЕРЖДАЮ
Профессор высшей школы образовательной
деятельности и цифровизации
А. Е. Шашурин
2023 г.



КАНДИДАТСКИЙ ЭКЗАМЕН ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Машиноведение

Специальность: **2.5.2 Машиноведение**

Санкт-Петербург
2023г.

1. Планируемые результаты сдачи кандидатского экзамена

Государственный экзамен представляет собой кандидатский экзамен по специальности научных исследований и сдаётся по программе дисциплины «Машиноведение».

Целью экзамена является контроль знаний по научно-техническим основам проектирования систем автоматизации и управления технологическими процессами и производствами, их подсистем и элементов.

2. Организация и прием кандидатского экзамена

2.1. Оценочные средства экзамена

Для рубежной аттестации обучающихся образован фонд оценочных средств в виде вопросов к экзамену.

Вопросы, выносимые на экзамен:

1. Синтез механизмов

Число степеней свободы механизма. Обобщённые координаты. Избыточные связи в механизме. Матрица Якоби для определения избыточных связей. Формула Чебышёва. Формула Сомова-Малышева. Структурный анализ механизма. Цепи Грюблера. Принцип Ассура структурного строения и образования рычажных механизмов.

Кинематическая схема механизмы и её параметры. Рациональная параметризация рычажных механизмов. Передаточная функция. Угол давления и угол передачи. Анализ методом проецирования замкнутых контуров. Геометрические критерии качества передачи движения для всех типов диад.

Синтез шарнирного четырёхзвенника по четырём узлам интерполирования. Синтез шарнирного четырёхзвенника по крайним положениям. Алгоритм вставки двухпарного звена. Синтез механизмов с остановкой выходного звена. Динамические условия кинематического проектирования кривошипно-шатунного механизма. Коэффициент увеличения скорости обратного хода.

2. Пространственные шарнирные механизмы

Кинематические схемы и структура пространственных механизмов. Винтовое счисление. Принцип перенесения Котельникова-Штруди. Определение положений пространственных механизмов. Метод винтов и метод матриц. Механизм Беннета. Винт количеств движения. Винтовой аффинор инерции. Бинор инерции. Кинестатика механизмов. Дифференциальное уравнение движения тела в винтовой форме.

Динамика и статика платформы Стюарта. Постановка задачи и кинематика. Дифференциальные уравнения движения нагруженной платформы. Области достижимости

положений в шестимерном пространстве обобщённых координат. Кинематика трёхстержневой платформы Стюарта. Уравнение динамики платформы с тремя стержнями. Формулы перехода между системами координат.

Механизмы параллельной структуры с двигателями, расположенными вне рабочей зоны. Решение обратной задачи о положении. Решение прямой задачи о положении. Решение задач о скорости. Исследование рабочих зон механизма. Построение рабочей зоны постоянной ориентации. Построение рабочей зоны постоянного положения.

3. Зубчатые механизмы

Основные понятия и определения. Скорость скольжения сопряжённых профилей. Угол давления при передаче движения высшей парой. Дифференциальная форма основного уравнения зацепления профилей. Производящие поверхности.

Планетарные зубчатые механизмы. Графоаналитический метод синтеза планетарных коробок передач с двумя степенями свободы. Выбор рациональных схем планетарной коробки передач по заданному плану угловых скоростей. Расчётные схемы и определение напряжений в ободу центральных колёс и сателлитов. Расчёт водила планетарных редукторов.

Волновые зубчатые механизмы. Расчёт параметров зацепления волновой передачи. Проявление накопленной погрешности окружного шага. Расчёт венца гибкого колеса на прочность. Расчёт деформированного состояния зубчатого венца гибких колёс волновых передач. Влияние величины относительной деформации гибкого колеса на КПД передачи.

Нагрузки, действующие на зуб. Расчёт зубьев на изгиб. Расчёт зубьев на поверхностное выкрашивание. Контактные напряжения. Работа передачи на различных режимах. Запасы прочности. Геометрия зацепления и её влияние на прочность. Особенности расчёта передач с косыми, шевронными, коническими зубьями.

4. Вопросы гидродинамики в машиностроении

Подшипники скольжения. Конструкция подшипников скольжения. Физические свойства смазочных масел. Изотермическое течение несжимаемой смазки между наклонными плоскостями. Уравнения Рейнольдса для смазочного слоя. Построение поля гидродинамического давления в подшипнике скольжения.

Уравнения движения поршня двигателя внутреннего сгорания на смазочном слое. Расчёт шатунных и коренных подшипников коленчатых валов поршневых машин. Модель подшипников многоопорного вала. Оптимизация параметров сложнонагруженных подшипников. Критерии качества.

Опоры, смазываемые структурно-неоднородными и неньютоновскими жидкостями. Задача смазки неньютоновскими жидкостями сложнагруженных опор скольжения. Реологические свойства неньютоновских жидкостей. Задача смазки газированными маслами. Смазка микрополярными жидкостями.

5. Проблемы теории точности

Общие положения. Математическая статистика в теории точности. Законы распределения. Проблема оптимизации в теории точности. Многомерные задачи теории точности. Проблемы управления законами распределения. Аналитическая теория точности механических систем. Теория Неймана – научная теория измерений.

Точность, трение и износ. Закономерности изнашивания материалов. Износ сопряжений. Переходные процессы при изнашивании деталей машин. Обоснование принципа геометрической оптимизации трибосистем. Метод отыскания оптимальных поверхностей трения и износа. Устойчивые формы передач зацеплением.

Оценка параметров точности изделий, деталей и конструкций. Интегральный метод оценки геометрической точности деталей сложной формы. Идентификация деталей сложной формы. Матричный метод оценки инструментальной погрешности сложных измерительных комплексов. Интегральные показатели метрологической надёжности.

6. Вопросы динамики машин и приводов

Динамика механизмов, отображаемых моделями с переменными параметрами. Линеаризация геометрических характеристик циклового механизма в окрестностях программного движения. Метод условного осциллятора. Разрывы кинематической цепи в механизмах с силовым замыканием и их устранение.

Зазоры. Динамические эффекты и их математическое описание. Динамические эффекты при отсутствии нарушений кинематической связи в зазоре (псевдоудар). Математические модели для исследования колебаний, возбуждаемых при псевдоударах в зазорах рычажных механизмов. Критерии эффективности динамической разгрузки при учёте зазоров.

Особенности колебательных режимов элементов гидропривода на упругих опорах. Особенности взаимодействия гидравлической машины с колебательной системой. Связанные колебания жидкостных и механических звеньев объемной гидропередачи. Методы уменьшения вибраций в аксиально-поршневых гидромашинах. Влияние формы индикаторной диаграммы на динамические составляющие сил и моментов.

2.2. Порядок приема и критерии оценивания кандидатского экзамена

2.2.1. Аспирант (соискатель) сдает экзамен в устной или письменной форме.

2.2.2. Аспиранту (соискателю) задаются 6 вопросов: 3 вопроса по основной программе (см. п. 2.1; вопросы задаются из разных разделов) и 3 вопроса по одной из дополнительных программ. За ответ по каждому из вопросов ставится оценка по пятибалльной системе.

2.2.3. Оценка ответа соискателя (аспиранта) по основной программе определяется как средняя из оценок по трем вопросам основной программы при условии, что они все положительные.

2.2.4. Оценка ответа соискателя (аспиранта) по дополнительной программе определяется как средняя из оценок по трем вопросам дополнительной программы при условии, что они все положительные.

2.2.5. Общая оценка за экзамен определяется как средняя из оценок по шести вопросам (три вопроса основной программы и три вопроса дополнительной программы) при условии, что они все положительные. Если результирующее значение имеет вид дроби с дробной частью $\frac{1}{2}$, производится округление к большему значению.

2.2.6. Необходимость пересдачи экзамена возникает только в случае смены темы диссертационной работы, приводящей к изменению научной специальности.

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1 Рекомендуемая основная литература

1. А.Б. Кикин. Синтез плоских рычажных механизмов на ЭВМ: Монография. – СПб.:СПГУТД, 2003. – 96 с. ISBN 5-7937-0079-X
2. Э.Э. Кольман-Иванов. Кинематическое проектирование плоских механизмов с низшими парами (методическое пособие) под ред. В.А. Юдина. – Москва, 1960.
3. Н. Н. Поляхов, П.Е. Товстик, С.А. Зегжда, М.П. Юшков. Теоретическая и прикладная механика. Том II. Динамика. Некоторые прикладные вопросы теоретической механики: учебник/ под ред. П.Е. Товстика. – СПб.:Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2022. – 548 с. ISBN 978-5-288-06242-1
4. Ф.М. Диментберг. Теория пространственных шарнирных механизмов. М.:ЛЕНАНД, 2022. – 336 с. ISBN 978-5-9710-9394-7
5. В.И. Красеньков, А.Д. Вашец. Проектирование планетарных механизмов транспортных машин. – М.:Машиностроение, 1986. – 272с.
6. Волновые передачи (Сборник трудов). Под ред. Н.И. Цейтлина. Москва – 1970.
7. Н.А. Биргер, Б.Ф. Шорр, Р.М. Шнейдерович. Расчёт на прочность деталей машин. Справочное пособие. Под общей ред. И.А. Биргера. – М.: Машиностроение, 1966.
8. Фундаментальные проблемы теории точности. Под ред. В. П. Булатова, И.Г. Фридлендера. – СПб.: Наука, 2001. – 504с. ISBN 5-02-024947-5
9. Ю. В. Рождественский, Е.А. Задорожная, Н.А. Хозенюк, К.В. Гаврилов. Динамика и смазка гидродинамических трибосопряжений поршневых и роторных машин. – М.: Наука, 2018. – 373 с. ISBN 978-5-02-039998-3

10. И.И. Вульфсон. Динамика цикловых машин. – СПб.: Политехника, 2013. – 425 с. ISBN 978-5-7325-1024-9
11. Колебания элементов аксиально-поршневых гидромашин. Под ред. К.В. Фролова. – М.: Машиностроение, 1973, 280 с.

3.2 Дополнительная литература

1. Механизмы перспективных робототехнических систем. Под ред. В.А. Глазунова, С.В. Хейло. – М.: Техносфера, 2021. – 296 с. ISBN 978-5-94836-604-3
2. С. М. Стажков [и др.]. Компоненты пропорциональной гидравлики: учебное пособие [для вузов]. БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2011
3. С.Л. Зенкевич, А. С. Ющенко. . Основы управления манипуляционными роботами. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004, 43 экз.

3.3 Электронные (образовательные, информационные, справочные, нормативные и т.п.) ресурсы:

1. <http://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru/> — Образовательная платформа «ЮрЭйт». Для вузов и ссузов.;
3. <https://repository.library.voenmeh.ru/jspui/> — электронная библиотека "Военмех";