


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

Проректор по образовательной
деятельности и цифровизации
БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова
А.Е. Шашурин
«01» _____ 2024 г.



ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ,
СООТВЕТСТВУЮЩЕЙ НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

2.5.2 Машиноведение

Санкт-Петербург
2024 г.

1. Форма вступительного испытания

1.1 Вступительное испытание по специальной дисциплине проводится устно в соответствии с перечнем тем и вопросов, установленных данной программой.

1.2 Вступительное испытание проводится комиссией, действующей на основании приказа ректора.

1.3 Вступительное испытание проводится на русском языке.

1.4 Продолжительность проведения устного экзамена — не более 60 минут.

2. Структура вступительного испытания

2.1 Во время проведения вступительных испытаний их участникам и лицам, привлекаемым к их проведению, запрещается иметь при себе и использовать средства связи. Участники вступительных испытаний могут иметь при себе и использовать справочные материалы и электронно-вычислительную технику.

2.2 При нарушении поступающим во время проведения вступительных испытаний правил приема, уполномоченные должностные лица организации вправе удалить его с места проведения вступительного испытания с составлением акта об удалении.

2.3 Результаты проведения вступительного испытания оформляются протоколом, на каждого поступающего ведется отдельный протокол. Протокол приема вступительного испытания подписывается членами комиссии, которые присутствовали при проведении испытания, с указанием их ученой степени, ученого звания, занимаемой должности и утверждается председателем комиссии. Протоколы приема вступительных испытаний после утверждения хранятся в личном деле поступающего.

3. Порядок приема и критерии оценивания вступительного экзамена

3.1 Билет содержит три вопроса из перечня тем, установленных данной программой. Вопросы для билета выбираются на усмотрение членов комиссии. Вступительное испытание оценивается экзаменационной комиссией по 100-балльной шкале. В целях обеспечения объективности и единообразия в оценке знаний при приеме вступительных экзаменов в аспирантуру ФГБОУ ВО «БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова» предлагается использовать следующие критерии оценки знаний:

Баллы	Критерии выставления оценки	Детализация баллов	Критерии выставления оценки
90-100	Ставится при полных, исчерпывающих, аргументированных ответах на все экзаменационные вопросы, в том числе на все дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии. Ответы демонстрируют системность знаний в соответствующей сфере,	6-10	При раскрытии темы поступающий строит рассуждение на основе не менее одного примера по собственному выбору, определяя свой путь использования научного материала, показывает разный уровень его осмысления.

	<p>владение понятийно-категориальным аппаратом, понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, в том числе с предполагаемой тематикой научных исследований в аспирантуре, знание фундаментальных и прикладных аспектов рассматриваемых вопросов. Поступающий при ответе на вопросы проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении практической задачи. Ответы структурированы, отличаются логической последовательностью, четкостью в выражении мыслей и обоснованностью выводов, изложены литературным языком с использованием современной научной терминологии по направлению и профилю подготовки в аспирантуре.</p>	0-5	<p>Ответ отличается композиционной цельностью, его части логически связаны между собой, но есть нарушения последовательности и/или мысль повторяется и не развивается.</p>
80-89	<p>Ставится при достаточно полных и развернутых ответах на все экзаменационные вопросы и неполных ответах на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии.</p>	0-5	<p>Поступающий строит рассуждение с опорой на научный материал, но ограничивается общими высказываниями.</p>
	<p>Ответы демонстрируют владение понятийно-категориальным аппаратом, понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, знание фундаментальных и прикладных аспектов рассматриваемых вопросов. Поступающий при ответе на вопросы дает определение некоторых основных понятий, может показать причинно-следственные</p>	6-9	<p>Поступающий рассуждает на предложенную тему, выбрав убедительный путь её раскрытия, коммуникативный замысел выражен ясно.</p>

	связи явлений, при решении практической задачи может допустить непринципиальные ошибки.		
60-79	Ставится при неполных и слабо аргументированных ответах, демонстрирующих общее представление и элементарное понимание предметной области. Ответы показывают слабое владение понятийно-категориальным аппаратом и научной терминологией по направлению машиноведение и профилю подготовки в аспирантуре и построены с нарушением логической последовательности изложения. Поступающий при ответе на вопросы не дает определение некоторых основных понятий, при решении практической задачи делает принципиальные ошибки.	0-5	Грубые логические нарушения мешают пониманию смысла сказанного или аргументация не убедительна.
		6-10	Допущены две и более фактических ошибок в материале.
		11-15	Допущена одна фактическая ошибка в материале.
		15-19	Фактические ошибки отсутствуют.
40-59	Ставится при фрагментарных знаниях, существенных пробелах в области машиноведения и непонимании сущности экзаменационных вопросов. Поступающий не может решить практическую задачу.	0-10	Неполный ответ на два из трех заданных теоретических вопросов.
		11-19	Отсутствует ответ на один из заданных теоретических вопросов.
20-39	Отсутствуют ответы на два заданных вопроса, фрагментарный ответ на третий вопрос.		
1-19	Ответ построен без привлечения научного материала.		
0	Нет ответа ни на один из трех заданных вопросов, либо отказ от ответа.		

4. Вопросы, выносимые на экзамен

1. Основы механики

- 1.1. Механическая система.
- 1.2. Постановка и решение задач статики, кинематики и динамики систем тел при наличии связей.
- 1.3. Степени свободы и обобщенные координаты.
- 1.4. Составление выражений для кинетической и потенциальной энергии.
- 1.5. Уравнения Лагранжа второго рода
- 1.6. Прямая и обратная задачи динамики.
- 1.7. Типовые механизмы, их назначение и задачи их расчета.
- 1.8. Кинематика механизмов, расчет распределений скоростей и ускорений.
- 1.9. Расчеты деформаций звеньев механизмов.
- 1.10. Колебания механизмов, расчет собственных частот и форм свободных колебаний.
- 1.11. Расчет режимов вынужденных колебаний.
- 1.12. Программные движения систем.
- 1.13. Линеаризация уравнений динамики.
- 1.14. Приводы и их типовые характеристики, методы управления приводами.
- 1.15. Достоинства и недостатки пневмо-, гидро- и электроприводов.
- 1.16. Механическая система, как объект управления.

2. Структура механизмов

- 2.1. Классификация кинематических пар.
- 2.2. Структурные формулы механизмов.
- 2.3. Понятие структурной группы.
- 2.4. Голономные (геометрические) и неголономные связи в механизмах.
- 2.5. Локальные и структурные избыточные связи.
- 2.6. Влияние избыточных связей на характеристики механизмов.
- 2.7. Методы выявления избыточных связей и местных подвижностей механизма.

3. Структурный синтез механизмов

- 3.1. Кинематический анализ плоских и пространственных механизмов с низшими кинематическими парами.
- 3.2. Функция положения механизмов и кинематические передаточные функции.
- 3.3. Аналогии скоростей, ускорений, передаточные отношения.

- 3.4. Основные методы определения положений, скоростей и ускорений звеньев и точек на звеньях плоских и пространственных механизмов с низшими кинематическими парами.
- 3.5. Методы анализа кинематики открытых (плоских и пространственных) кинематических цепей.
- 3.6. Синтез (методы проектирования) механизмов.
- 3.7. Передаточные и направляющие механизмы.
- 3.8. Входные и выходные характеристики двигателей.
- 3.9. Параметры синтеза механизмов.
- 3.10. Механизмы с высшими кинематическими парами.
- 3.11. Основная теорема зацепления.
- 3.12. Методы построения сопряженных профилей.
- 3.13. Кулачковые механизмы.
- 3.14. Синтез кулачковых механизмов по заданному закону перемещения выходного звена.
- 3.15. Оптимизация параметров кулачковых механизмов.

4. Элементы исполнительных систем
- 4.1. Механизмы с пневматическими, гидравлическими и электрическими приводами; статические и динамические.
- 4.2. Основные виды передач.
- 4.3. Простые зубчатые механизмы (эвольвентные, цевочные, передача Новикова, конические, винтовые, гипоидные, спироидные).
- 4.4. Зубчато-рычажные механизмы.
- 4.5. Механизмы прерывистого движения.
- 4.6. Качественные характеристики.
- 4.7. Многозвенные зубчатые механизмы с неподвижными и подвижными осями.
- 4.8. Основные методы разбивки передаточного отношения по ступеням.
- 4.9. Планетарные механизмы, волновые передачи, дифференциалы, коробки скоростей.
- 4.10. Методы определения передаточных чисел сложных планетарных механизмов.
- 4.11. Ограничения на число зубьев и число сателлитов.
- 4.12. Определение сил реакций в кинематических парах без учета и с учетом трения.
- 4.13. Условия статической определимости механизма.
- 4.14. Трение в высших и низших кинематических парах.
- 4.15. Подшипники и фрикционные устройства.

4.16. Основные закономерности изменения коэффициента трения скольжения.

5. Основы проектирования механизмов и приводов

5.1. Структурные группы (группы Ассура).

5.2. Графический и численный методы силового расчета.

5.3. Работа сил трения.

5.4. КПД машин циклического действия, КПД машин при последовательном и параллельном соединении механизмов.

5.5. Виды неуравновешенности механизмов, полное и частичное статическое уравновешивание механизмов.

5.6. Особенности уравновешивания открытых кинематических цепей.

5.7. Статическая и динамическая балансировка роторов.

5.8. Динамические модели мантрии с одной и несколькими степенями свободы.

5.9. Приведение сил и масс.

5.10. Уравнения движения машинного агрегата в энергетической форме и в форме моментов.

5.11. Особенности учета переменности инерционных параметров.

5.12. Методы исследования движения машинного агрегата при силах, зависящих от положения и скорости.

5.13. Установившиеся и переходные процессы в машинных агрегатах.

5.14. Критерии оценки движения.

5.15. Области применения роботов-манипуляторов.

5.16. Экономические, социальные и технические аспекты использования промышленных роботов-манипуляторов.

5.17. Основные системы манипуляционной робота: механическая рука, система управления.

5.18. Проблемы структурно-кинематического синтеза механической руки; прямые и обратные задачи кинематики.

5.19. Принципы построения передаточных механизмов.

5.20. Статическое уравновешивание звеньев робота.

6. Колебания

6.1. Причины, источники колебаний в механизмах и машинах.

6.2. Методы исследования колебаний.

6.3. Воздействие колебаний на человека-оператора и технические объекты.

- 6.4. Основные методы виброзащиты.
- 6.5. Пассивные и активные виброзащитные системы.
- 6.6. Схемы работы машин.
- 6.7. Тактограммы работы машин.
- 6.8. Механические системы управления.
- 6.9. Применение компьютерной техники в системах управления.
- 6.10. Особенности механизмов и средств автоматизации технологического оборудования.
- 6.11. Основные задачи эксперимента на стадии проектирования, производства и эксплуатации машин.
- 6.12. Методы экспериментального определения технических параметров машин.

7. Основы мехатроники

- 7.1. Понятие мехатронной системы.
- 7.2. Принцип синергетической интеграции элементов мехатронной системы.
- 7.3. Примеры мехатронных модулей и систем, их классификация, особенности конструкции.
- 7.4. Типы управляющих устройств, применяемых для управления промышленными роботами и робототехнологическими комплексами.
- 7.5. Особенности систем компьютерного управления движением.
- 7.6. Обобщённая структура мехатронной системы.
- 7.7. Принцип программно-аппаратной интеграции при реализации мехатронной системы.
- 7.8. Прецизионные механические подсистемы в мехатронике, особенности их конструкции и компоновки.

8. Основы робототехники

- 8.1. Основные этапы развития робототехники.
- 8.2. Функциональное назначение и классификация роботов по областям применения.
- 8.3. Промышленные роботы, роботы, вспомогательные и технологические роботы вспомогательные и технологические роботы.
- 8.4. Основные операции, выполняемые технологическими роботами: сварка (шовная и точечная), окрашивание, сборка, механообработка, контроль и измерения.
- 8.5. Типовые конструкции отечественных и зарубежных манипуляционных промышленных роботов.
- 8.6. Классификация промышленных роботов по типу кинематической схемы.

- 8.7. Переносные и ориентирующие степени свободы.
 - 8.8. Роботы для экстремальных условий: для выполнения операций под водой, в космическом пространстве, при ликвидации последствий аварий и т.д.
 - 8.9. Мобильные роботы и телеоператоры.
 - 8.10. Транспортные роботы на колесных и гусеничных шасси.
 - 8.11. Шагающие роботы, экзоскелеты.
 - 8.12. Роботы, перемещающиеся по наклонным, вертикальным и произвольно ориентированным в пространстве поверхностям при различных принципах удерживания.
 - 8.13. Обобщенная функциональная схема, элементы и подсистемы роботов: манипуляторы; хватные устройства; рабочий инструмент; силовые агрегаты; механизмы разгрузки; системы осязания; управляющие устройства; средства передвижения.
 - 8.14. Демонстрационные роботы и особенности требований к ним.
9. Математические модели роботов, манипуляционных механизмов и мехатронных систем
 - 9.1. Методы решения задач о положении и кинематики звеньев механизмов Типовые системы координат, согласование систем координат с кинематическими схемами роботов, однородные координаты.
 - 9.2. Методы решения задачи о положении звеньев манипулятора; прямая и обратная задачи геометрии и кинематики манипулятора.
 - 9.3. Определение обобщенных координат, скоростей и ускорений звеньев манипулятора и рабочих органов.
 - 9.4. Особенности решения обратной задачи кинематики для механизмов со структурной избыточностью.
 - 9.5. Уравнения кинестатики манипуляционного механизма.
 - 9.6. Уравнения динамики манипулятора в матричной форме.
 - 9.7. Компьютерное составление уравнений динамики.
 - 9.8. Методы математического моделирования уравнений динамики манипуляционного механизма.
 - 9.9. Решение первой (обратной) и второй (прямой) задач динамики для манипулятора.
 - 9.10. Уравнения движения мобильного робота на колесных шасси.
 - 9.11. Кинематика и динамика колесных роботов, как механических систем с неголономными связями.

- 9.12. Модели движения колесных роботов с учетом проскальзывания.
- 9.13. Методы задания микроперемещений и управления микроперемещениями.
- 9.14. Особенности динамики мини- и микроробототехнических и мехатронных устройств и систем.
- 9.15. Моделирование динамики при использовании компьютерного пакета.

5. Рекомендуемая литература

5.1. Основная литература:

1. Теория механизмов и машин: учебник / М.З. Коловский, А.Н. Евграфов, Ю.А. Семенов, А.В. Слоущ. 4-е изд., испр. М.: Академия, 2013. 560 с.
2. Евграфов А.Н. Теория механизмов и машин: учебник / А.Н. Евграфов, М.З. Коловский, Г.Н. Петров. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2015. 248 с.
3. Семенов Ю.А., Семенова Н.С. Теория механизмов и машин в примерах и задачах, Ч1, Ч2. Изд-во Политехн. ун-та, 2015-2016. 286 с.
4. Теория механизмов и механика машин: учебник для вузов / [Г.А. Тимофеев и др.]; под ред. Г.А. Тимофеева. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. 566 с
5. Чмиль В. П. Теория механизмов и машин: учебное пособие. С.-Пб.: Лань, 2021.
6. Шелофаст В.В. Основы проектирования машин. М.: изд-во АПМ, 2005. 472 с.: ил.
7. Тюняев А.В. Детали машин: учебник: / А.В. Тюняев, В.П. Звездаков, В.А. Вагнер. 2-е изд., испр. и доп. С.-Пб.: Лань, 2013 г. 736 с.
8. Гулиа Н.В. Детали машин: учебник / Н.В. Гулиа, В.Г. Клоков, С.А. Юрков. 3-е изд., стереотип. С.-Пб.: Лань, 2013. 416 с.
9. Решетов Д. Н. Детали машин. М.: Машгиз, 1989.
10. Иванов В.М., Финогенов В.А. Детали машин. М.: Высш. Шк., 2010.
11. Ерохин М.Н. Детали машин и основы конструирования / Под ред. Ерохина М.Н. М.: Колос, 2005. 462 с.
12. Чернилевский Д.В. Детали машин. Проектирование приводов технологического оборудования: Учеб. пособие для вузов. М.: «Машиностроение», 2004. 560 с.
13. Леликов О.П. Основы расчета и проектирования деталей и узлов машин. Конспект лекций по курсу «Детали машин». М.: Машиностроение, 2001.
14. Иоселевич Г.Б. Детали машин. М.: Машиностроение, 1988.

5.2 Дополнительная литература:

1. Артоболевский, Иван Иванович. Теория механизмов и машин: Учеб. для втузов / И.И. Артоболевский. 4-е изд., перераб. и доп. Москва : Наука, 1988. 639 с.: ил. ISBN 502013810X.
2. Попов, Евгений Павлович. Основы робототехники : введение в специальность : учебник для вузов по спец. "Робототехнические системы и комплексы" / Е. П. Попов, Г. В. Письменный. Москва: Высшая школа, 1990. 222, [2] с. : ил. ; 21 см. ISBN 5060016447.
3. Юревич, Евгений Иванович. Основы робототехники : учебное пособие для вузов по направлению подготовки дипломированных специалистов 652000 "Мехатроника и робототехника" (специальность 210300 "Роботы и робототехнические системы") / Е. И.

Юревич. 3-е изд. СПб.: БХВ-Петербург, 2010. VIII, 359 с. : ил. ; 24 см + 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). ISBN 9785941579426.

4. Лопота, Александр Витальевич. Основы проектирования техники : учебное пособие / А. В. Лопота, Е. И. Юревич ; Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики . СанктПетербург : Изд-во Политехн. ун-та, 2017. 153 с. : ил.; 20 см. ISBN 978-5-7422-5895-7.

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

Электронные ресурсы:

1. <https://urait.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и сузов.;
2. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
3. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Библиотечно-издательский центр БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова.