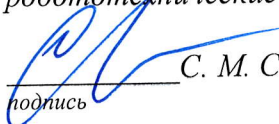


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Балтийский государственный технический университет
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

СОГЛАСОВАНО

Председатель экзаменационной комиссии
по специальности «Роботы, мехатроника и
робототехнические системы»


подпись С. М. Стажков

УТВЕРЖДЕНО

И.о. ректора, председатель
приемной комиссии


подпись Д.Е. Шашурин

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
по научной специальности
«2.5.4 Роботы, мехатроника и робототехнические системы»

Санкт-Петербург
2025 г.

Содержание основных тем испытания

1. Раздел 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. Раздел 2. Основы теории автоматического управления

- 2.1. Основные понятия теории управления: цели и принципы управления, динамические системы.
- 2.2. Математическое описание объектов управления: пространство состояний, передаточные функции, структурные схемы.
- 2.3. Основные задачи теории управления: стабилизация, слежение, программное управление, оптимальное управление, экстремальное регулирование.
- 2.4. Классификация систем управления.
- 2.5. Автоматические и автоматизированные системы управления (АСУ) технологическими процессами (ТП) и производствами.
- 2.6. Основные подходы к анализу и синтезу автоматических и автоматизированных управляемых систем.

- 2.7. Структуры систем управления: разомкнутые системы, системы с обратной связью, комбинированные системы.
- 2.8. Динамические и статические характеристики систем управления: переходная и весовая функции и их взаимосвязь, частотные характеристики.
- 2.9. Типовые динамические звенья и их характеристики.
- 2.10. Понятие об устойчивости систем управления.
- 2.11. Устойчивость по Ляпунову, асимптотическая, экспоненциальная устойчивость.
- 2.12. Устойчивость по первому приближению.
- 2.13. Функции Ляпунова.
- 2.14. Теоремы об устойчивости и неустойчивости.
- 2.15. Структуры систем автоматического управления механическими системами.
- 2.16. Учет ограничений по кинематическим параметрам, силам и моментам.

3. Раздел 3. Основы мехатроники

- 3.1. Предпосылки появления робототехники и мехатроники и ключевые факторы развития.
- 3.2. Краткая история становления мехатроники.
- 3.3. Синтез наук в мехатронике (электроники, механики, компьютерных технологий).
- 3.4. Предпосылки появления робототехники и мехатроники и ключевые факторы развития.
- 3.5. Основные понятия, термины и определения, стандартизация в робототехнике.
- 3.6. Принцип синергетической интеграции элементов робототехнических и мехатронных систем.
- 3.7. Примеры мехатронных модулей и подсистем, их назначение, классификация, типовые кинематические схемы, особенности компоновочных решений и конструкций.
- 3.8. Прецизионные механические системы в мехатронике; особенности конструкции и компоновки.
- 3.9. Мехатронные устройства в микросистемном исполнении.
- 3.10. Обобщенная структура типовой мехатронной системы.
- 3.11. Принцип программно-аппаратной интеграции в реализации мехатронной системы.
- 3.12. Социальное и экономическое значение достижений мехатроники.

4. Раздел 4. Основы робототехники

- 4.1. Основные этапы развития робототехники.
- 4.2. Функциональное назначение и классификация роботов по областям применения.

- 4.3. Промышленные роботы, роботы, вспомогательные и технологические роботы вспомогательные и технологические роботы.
- 4.4. Основные операции, выполняемые технологическими роботами: сварка (шовная и точечная), окрашивание, сборка, механообработка, контроль и измерения.
- 4.5. Типовые конструкции отечественных и зарубежных манипуляционных промышленных роботов.
- 4.6. Классификация промышленных роботов по типу кинематической схемы.
- 4.7. Переносные и ориентирующие степени свободы.
- 4.8. Роботы для экстремальных условий: для выполнения операций под водой, в космическом пространстве, при ликвидации последствий аварий и т.д.
- 4.9. Мобильные роботы и телеоператоры.
- 4.10. Транспортные роботы на колесных и гусеничных шасси.
- 4.11. Шагающие роботы, экзоскелеты.
- 4.12. Роботы, перемещающиеся по наклонным, вертикальным и произвольно ориентированным в пространстве поверхностям при различных принципах удерживания.
- 4.13. Обобщенная функциональная схема, элементы и подсистемы роботов: манипуляторы; хватные устройства; рабочий инструмент; силовые агрегаты; механизмы разгрузки; системы осязания; управляющие устройства; средства передвижения.
- 4.14. Демонстрационные роботы и особенности требований к ним.

5. Раздел 5. Математические модели роботов, манипуляционных механизмов и мехатронных систем

- 5.1. Методы решения задач о положении и кинематики звеньев механизмов Типовые системы координат, согласование систем координат с кинематическими схемами роботов, однородные координаты.
- 5.2. Методы решения задачи о положении звеньев манипулятора; прямая и обратная задачи геометрии и кинематики манипулятора.
- 5.3. Определение обобщенных координат, скоростей и ускорений звеньев манипулятора и рабочих органов.
- 5.4. Особенности решения обратной задачи кинематики для механизмов со структурной избыточностью.
- 5.5. Уравнения кинестатики манипуляционного механизма.
- 5.6. Уравнения динамики манипулятора в матричной форме.

- 5.7. Компьютерное составление уравнений динамики.
- 5.8. Методы математического моделирования уравнений динамики манипуляционного механизма.
- 5.9. Решение первой (обратной) и второй (прямой) задач динамики для манипулятора.
- 5.10. Уравнения движения мобильного робота на колесных шасси.
- 5.11. Кинематика и динамика колесных роботов, как механических систем с неголономными связями.
- 5.12. Модели движения колесных роботов с учетом проскальзывания.
- 5.13. Методы задания микроперемещений и управления микроперемещениями.
- 5.14. Особенности динамики мини- и микроробототехнических и мехатронных устройств и систем.
- 5.15. Моделирование динамики при использовании компьютерного пакета.

6. Раздел 6. Исполнительные подсистемы в робототехнике и мехатронике

- 6.1. Приводы, используемые в робототехнике и мехатронике Классификация приводов, используемых в робототехнике и мехатронике.
- 6.2. Электромеханические приводы постоянного тока.
- 6.3. Приводы переменного тока; приводы с бесколлекторными двигателями.
- 6.4. Приводы на базе шаговых двигателей.
- 6.5. Высокомоментные безредукторные приводы.
- 6.6. Использование линейных двигателей и многофазных магнитов.
- 6.7. Электрогидравлические и электропневматические приводы в робототехнике и мехатронике.
- 6.8. Расчет силовых агрегатов и принципы выбора их элементов
- 6.9. Энергетический расчет силовых агрегатов и принципы выбора их элементов.
- 6.10. Математическая модель исполнительной системы.
- 6.11. Методы регуляционного расчета приводов.
- 6.12. Принцип подчиненного регулирования.
- 6.13. Влияние нелинейных факторов на работу исполнительной системы.
- 6.14. Методика расчета и автоматизированного проектирования исполнительных систем.
- 6.15. Электронные силовые подсистемы в мехатронике: принципы построения, основные характеристики и области применения.
- 6.16. Особенности расчета и программно-аппаратной реализации исполнительных систем в мехатронике.

7. Раздел 7. Информационно-сенсорные системы в робототехнике и мехатронике

- 7.1. Типы и виды информационных устройств систем, применяемых в робототехнике и мехатронике.
- 7.2. Датчики внешней и внутренней информации.
- 7.3. Датчики ближнего и дальнего действия, кинестетические датчики.
- 7.4. Датчики положения, скорости, ускорения, сил и моментов, тактильные датчики.
- 7.5. Применение лазерных и ультразвуковых дальномеров.
- 7.6. Системы технического зрения; их структура, аппаратные средства.
- 7.7. Распознавание объектов и анализ рабочей сцены Предварительная обработка информации.
- 7.8. Применение методов искусственного интеллекта в задаче распознавания объектов и анализа рабочей сцены.
- 7.9. Системы силомоментного осязания; конструкции датчиков; способы обработки сигналов.
- 7.10. Способы получения интегральной оценки рабочей сцены с использованием датчиков различной модальности.
- 7.11. Взаимодействие информационно-сенсорной и управляющей систем робота или мехатронного агрегата.

8. Раздел 8. Управление роботами, мехатронными и робототехническими системами

- 8.1. Методы и системы управления манипуляционными механизмами и мехатронными системами Принцип кинематического управления манипулятором (по положению, по вектору скорости, по вектору силы).
- 8.2. Полуавтоматическое, командное и копирующее управление, Методы динамического управления манипуляторами.
- 8.3. Системы управления манипуляторами двустороннего действия (обратимые и необратимые, симметричные и несимметричные системы); методы анализа и синтеза таких систем.
- 8.4. Оптимальное управление манипуляторами, критерии оптимизации; ограничения.
- 8.5. Методы адаптивного управления роботами.
- 8.6. Принципы обучения автоматических манипуляторов.
- 8.7. Управление мобильными роботами; методы кинематического и динамического управления подвижной платформой.

- 8.8. Управление робокаром.
- 8.9. Управление мобильным роботом в условиях неопределенности на основе нечеткой логики.
- 8.10. Методика кинематического и динамического расчета механических прецизионных подсистем мехатронных модулей.
- 8.11. Методика их точностного и силового расчетов; методы оптимизации движения механических подсистем.
- 8.12. Системный подход при проектировании мехатронных систем; методы автоматизированного моделирования и проектирования.
- 8.13. Современные методы интеллектуального управления мехатронными системами.
- 8.14. Нейросетевое управление мехатронными системами
- 8.15. Требования к управлению робототехническими системами.
- 8.16. Постановка задачи управления робототехнической системой.
- 8.17. Понятие мультиагентной системы.
- 8.18. Математический аппарат теории распределенных систем управления.
- 8.19. Конечные автоматы.
- 8.20. Математическое описание робототехнологического комплекса как сети конечных автоматов.
- 8.21. Представление технологического задания в виде сети Петри.
- 8.22. Понятие об управляющей структуре.
- 8.23. Методы синтеза управляющих структур.
- 8.24. Способы реализации локальных управляющих сетей, включающих роботы и автоматизированное технологическое оборудование.
- 8.25. Взаимодействие системы управления робототехнологического комплекса с системой управления современного компьютеризированного производства.
- 8.26. Системы автоматизированного проектирования роботизированных технологических комплексов.
- 8.27. Применение робототехнических систем в непроизводственной сфере.
- 8.28. Микроробототехнические системы: методы исследования, проектирования и оптимизации.
- 8.29. Особенности управления мехатронными системами.
- 8.30. Применение методов искусственного интеллекта для управления робототехническими системами.
- 8.31. Принципы диалогового и супервизорного управления и их применение в робототехнике.

9. Раздел 9. Вычислительные средства робототехнических и мехатронных систем.

- 9.1. Принцип микропроцессорного управления.
- 9.2. Структура и состав микропроцессорной системы для обработки информации и управления в РТС.
- 9.3. Типовые схемы и способы программирования микропроцессоров.
- 9.4. Архитектура микроконтроллера, работающего в реальном масштабе времени; особенности программного обеспечения.
- 9.5. Организация интерфейса с оборудованием.
- 9.6. Принципы построения мультипроцессорной системы управления роботов и робототехнических систем.
- 9.7. Типы управляющих устройств, применяемых для управления промышленными роботами и робототехнологическими комплексами.
- 9.8. Аппаратные средства реализации информационно-сенсорных систем, включая системы технического зрения.
- 9.9. Использование универсальных компьютеров и рабочих станций для управления роботами и их программирования в режиме «off-line».
- 9.10. Компьютерные управляющие подсистемы в мехатронике; принципы построения и архитектура аппаратной части.

Рекомендуемая литература и материалы для подготовки

Основная литература:

1. Лукинов, А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств : учебное пособие / А. П. Лукинов. — Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-1166-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2765>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Юревич, Евгений Иванович. Робототехника: учебное пособие / Е. И. Юревич ; СанктПетербургский государственный политехнический университет, Центральный научноисследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики. Санкт-Петербург: Изд-во Политехн. ун-та, 2005. 299 с. : ил.

3. Подураев, Ю. В. Мехатроника: основы, методы, применение : учебное пособие / Ю. В. Подураев. — Москва : Машиностроение, 2006. — 256 с. — ISBN 5-217-03355-X. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/806> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Сырямкин, В. И. Информационные устройства и системы в робототехнике и мехатронике / В. И. Сырямкин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 532 с. — ISBN 978-5- 507-46110-3. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/297683>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Зенкевич С. Л., Ющенко А. С. Основы управления манипуляционными роботами : учебник для вузов / Зенкевич С. Л., Ющенко А. С. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. - 478 с. : ил. - (Робототехника). - Библиогр.: с. 465-468. - ISBN 5-7038-2567-9.

6. Иванов А. А. Основы робототехники : учеб. пособие для вузов / Иванов А. А. - М. : Форум, 2012. - 222 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 220. - ISBN 978-5-91134-575-4.

7. Балковой.А.П. Прецизионный электропривод с вентильными двигателями/А.П. Балковой, В.К.Цаценкин. – М. Издательский дом МЭИ, 2010 – 328с.; ил.

8. Войтович И.Д., Корсунский В.М. Интеллектуальные сенсоры. – Интернет университет информационных технологий. – 2010.

9. Р. Дорф, Р. Бишоп. Современные системы управления. М.: Лаб. Базовых Знаний, 2002, 18 экз.

10. С. Л. Зенкевич, А. С. Ющенко. . Основы управления манипуляционными роботами. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004, 43 экз.

11. Вихров Н.М., Гаскаров Д.В. Грищенков А.А., Шнуренко А.А. Управление и оптимизация производственно-технологических процессов / Под ред. Д.В. Гаскарова. СПб.: Энергоатомиздат, Санкт-Петербургское отд., 1995.

12. Кузнецов Н.А., Кульба В.В., Ковалевский С.С., Косяченко С.А. Методы анализа и синтеза модульных информационно-управляющих систем. М.: Физматлит, 2002.

Дополнительная литература:

1. Артоболевский, Иван Иванович. Теория механизмов и машин: Учеб. для вузов / 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. И. А. Каляев, В. М. Лохин, И. М. Макаров. . Интеллектуальные роботы. М.: Машиностроение, 2007, 3 экз.

6. К. А. Пупков, Н. Д. Егупов, А. И. Баркин. Методы классической и современной теории автоматического управления. Т. 3 Методы современной теории автоматического управления. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, , 1 экз.

7. Клир Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач. М.: Радио и связь, 1990..

8. Иванов В.А., Ющенко А.С. Теория дискретных систем автоматического управления. М.: Наука, 1983.

9. Воронов А.А. Введение в динамику сложных управляемых систем. м.: Наука, 1985.

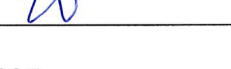
10. Первозванский А.А. Курс теории автоматического управления. М.: Наука, 1986.

11. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Г. Базы знаний интеллектуальных систем. СПб.: Питер, 2000.

Электронные материалы:

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

Составители (члены экзаменационной комиссии):

к.т.н., доц., доц. каф. И8		Коротков Е. Б.
к.т.н., доц., доц. каф. И8		Мельников Р. В.
к.т.н., доц., доц. каф. И8		Яковенко Н. Г.
к.т.н., доц. каф. И8		Слободзян Н.С.

Дата «__» _____ 2025 г.