

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«Кемеровский государственный университет»



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ИИТ

/ Ворошилин Р.А.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

в магистратуру по направлению подготовки

15.04.06 Мехатроника и робототехника

Профиль (направленность) программы

«Цифровые двойники роботизированных производств»

в 2025 году

КЕМЕРОВО 2024

Форма проведения вступительных испытаний: **тест**

Вступительное испытание представляет тест, состоящий из 32 вопросов, позволяющих оценить совокупных значений дескрипторов «знать», «уметь», «владеть» выборочных компетенций по направлению подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника» направленность (профиль) «Цифровые двойники роботизированных производств».

По структуре вступительные испытания состоят из 32 заданий, на каждое из которых нужно дать один ответ, из 4-х предлагаемых вариантов.

Результаты оцениваются по 100 балльной шкале.

Каждый правильный ответ на тестовое задание - 2 балла.

Нижний порог прохождения – 30 баллов.

Продолжительность проведения вступительных испытаний 120 минут (2 часа)

В программе представлены:

- содержание тем по дисциплинам, включенным в программу;
- пример вступительного тестового задания;
- список учебной и учебно-методической литературы.

Апелляции по вступительным испытаниям принимаются на следующий день после опубликования результатов.

1. СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ ПО ДИСЦИПЛИНАМ, ВКЛЮЧЕННЫХ В ПРОГРАММУ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ НА СООТВЕТСТВИЕ УРОВНЮ МАГИСТРА ПО НАПРАВЛЕНИЮ «МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА»

1.1. Основы мехатроники и робототехники

Определение мехатроники, как новой области науки и техники.
Триединая сущность мехатронных систем. Факторы, обусловившие развитие МС. Тенденции изменения и ключевые требования мирового рынка в области мехатроники.

Принципы мехатроники. Методы построения мехатронных устройств.

Поколения мехатронных модулей. Структура автоматической машины, созданной на основе традиционного и мехатронного подходов в их проектировании. Сущность мехатронного подхода в проектировании и эксплуатации МС. Потенциально возможные точки интеграции функциональных элементов в мехатронные модули. Методы построения мехатронных устройств.

Промышленные роботы, основные понятия, классификация

Робототехника – новое комплексное научно-техническое направление в области автоматизации различных процессов, возникшее на стыке ряда наук, прежде всего механики и кибернетики, составная часть мехатроники. История развития робототехники. Промышленный робот, определение. Функциональная схема ПР. Структурная схема ПР. Поколения роботов. Роботы с программным управлением, адаптивные роботы, интеллектуальные роботы.

Принципы построения промышленных роботов, их характеристики

Роботы, традиционные, перспективные области их применения. Предметная область робототехники. Роботы, определение. Структурная схема робота. Кинематические схемы ПР. Системы координатных перемещений, рабочее пространство, рабочая зона ПР. Классификация промышленных роботов. Принципы построения ПР: агрегатный, агрегатно - модульный, модульный принципы построения. Номенклатура основных технических характеристик ПР, их определение, параметрические ряды этих характеристик.

Приводы мехатронных устройств, промышленных роботов и вспомогательного оборудования

Типы приводов, используемых в мехатронике и робототехнике, их сравнительный анализ. Пневмоприводы промышленных роботов, область их применения. Принцип действия поршневых пневмоприводов. Элементы схем управления пневмоприводов. Типовые принципиальные пневматические схемы

приводов. Силовой расчёт пневмоцилиндров. Расчёт основных параметров пневмоцилиндров. Торможение и демпфирование движений поршня в пневмоцилиндре. Использование механических и гидравлических демпферов для торможения. Принцип их действия, расчёт основных параметров. Торможение за счёт расхода рабочего тела. Схемы торможения дросселированием рабочего тела и противодавлением, расчёт основных параметров режима торможения.

Принципы и системы управления мехатронных и робототехнических устройств.

Цикловое, позиционное, контурное управление, структурные схемы систем с таким управлением. Принципы построения систем интеллектуального управления в мехатронике. Иерархия управления в системах. Системы управления исполнительного и тактического уровней.

1.2. Технологическое оборудование пищевых производств

Основные требования к технологическому оборудованию.

Классификация технологического оборудования по характеру воздействия на обрабатываемый продукт, структуре рабочего цикла; степени механизации и автоматизации; принципу сочетания в производственном потоке, функциональному и отраслевому признакам. Техничко-экономическая эффективность, надёжность, малая энерго- и металлоёмкость, технологичность и удобство в эксплуатации.

Оборудование для ведения механических процессов.

Оборудование для дробления, измельчения и резания. Оборудование для дробления и измельчения сырья и полуфабрикатов (молотковые, штифтовые и ударно-центробежные дробилки, вальцовые станки, валковые, дисковые и шаровые мельницы, жернова, костедробилки, волчки, куттеры).

Оборудование для разделения неоднородных дисперсных систем.

Оборудование для разделения жидких гетерогенных систем (отстойные, фильтрующие устройства, гидроциклоны); Оборудование для удаления жидкой фракции из сырья и полуфабрикатов прессованием (механические, гидравлические, пневматические прессы);

Оборудование для разделения сыпучих материалов с целью очистки сырья от посторонних примесей, сортировки и колибровки сырья.

Оборудование для получения однородных смесей.

Оборудование для перемешивания с целью получения полуфабрикатов: жидких (мешалки, эмульсаторы, гомогенизаторы), высоковязких тестообразных (тестомесительные машины, микс-машины, смесители кондитерских масс, фаршемешалки и т. п.), сыпучих (механические, вибрационные и т. п. смесители).

Оборудование для формирования биотехнологических масс.

Машины для формирования жидкообразных пищевых масс (отливочные машины для шоколада, мармелада, помадных конфет и т. п.); пластов жгутов или отдельных изделий из высоковязких или тестообразных масс путем выдавливания (шнековые, валковые и шестеренные экструдеры, макаронные прессы, отсадочные машины, автоматы для шприцевания оболочек мясным фаршем и т. п.); путем штампования (прессования) с целью придания полуфабрикату определенной формы (ротационные машины для формирования печенья и конфет, карамелештампующие машины и т. п.) Оборудование для нарезания заготовок определенных размеров вафель, конфет, карамелережущие машины, штамповательно-режущие агрегаты печенья и т. п. Оборудование для формирования путем обкатывания и вытягивания заготовок (тестооокруглительные и жгутовывтягивающие машины и т. п.).

1.3. Расчёт и конструирование машин и аппаратов биотехнологических производств

Материалы, применяемые для изготовления оборудования.

Требования к материалам. Основные характеристики материалов, учитываемые при конструировании. Влияние вида нагружения, режима эксплуатации на прочностные характеристики материалов. Механика разрушения материалов. Учет влияния коррозии. Коэффициенты запаса прочности. Фактор времени и оценка долговечности. Механические характеристики металлов и сплавов, неметаллические материалы. Покрытия.

Общие основы проектирования биотехнологического оборудования.

Процесс проектирования машин. Требования эксплуатации и производства, предъявляемые к конструкции машин. Выбор формы, размеров, материала деталей. Установление точности и размеров детали. Проектирование оптимальных конструкций машин. Применение системы автоматизированного проектирования (САПР).

Общие принципы конструирования биотехнологического оборудования.

Основные требования, предъявляемые к конструированию машин и аппаратов пищевых производств. Соответствие режима работы заданным параметрам технологического процесса. Технико-экономический фактор. Технологичность оборудования. Унификация и нормализация узлов и деталей. Агрегатирование. Материалоемкость и облегчение деталей и узлов. Износоустойчивость и коррозионная стойкость деталей. Прочность и жесткость конструкции. Методика и принципы конструирования, параметрические ряды, ряды предпочтительных чисел. Основные стадии проектирования. Схемы, разрабатываемые при проектировании: технологическая, структурная, кинематическая; схемы смазки и др.

Емкостная аппаратура.

Типаж емкостной аппаратуры. Рациональные формы. Конструирование и расчет цилиндрических, конических и эллиптических элементов оборудования. Расчет сопряжений элементов аппаратов методом сил и методом деформации. Выбор формы днищ, крышек и заглушек. Укрепление отверстий в элементах аппаратов. Опоры. Особенности расчета элементов аппаратов, работающих под внешним давлением. Расчет на устойчивость аппаратов. Расчет оболочек под действием наружного давления, осевых сил и изгибающих моментов. Кольца и ребра жесткости. Расчет оптимального варианта с использованием САПР.

Машины и аппараты с медленновращающимися рабочими органами.

Основные типы аппаратов с медленновращающимися рабочими органами. Назначение и область их применения. Шнековые прессы. Прочностной расчет шнеков и барабанов шнековых прессов. Барабанные аппараты. Расчет на прочность бандажей. Опорные и упорные станции. Определение контактных напряжений. Привод барабанов. Уплотнения. Оценка жесткости корпусов барабанных аппаратов.

Ротационные машины.

Ротационные машины с простейшими рабочими органами. Назначение и область применения. Расчет на прочность простейших быстро вращающихся

дисков. Расчет дисков с консольными устройствами. Диски молотковых дробилок, дезинтеграторов и т.д. Расчет дисков произвольного профиля. Механический критерий прочности быстровращающихся дисков. Диски распылительных сушилок, центробежных насосов и др. Расчет и конструирование механических перемешивающихся устройств. Расчет дисков с использованием САПР.

Роторные машины.

Роторные машины. Применение и назначение. Основные характеристики. Фактор разделения и индекс производительности центрифуг. Расчеты на прочность роторов центрифуг и сепараторов. Расчет сопряжений роторов центрифуг. Специальные опоры валов быстроходного пищевого оборудования. Влияние жидкости в роторе на критическую скорость вращения вала. Способы уменьшения вибрации валов пищевого оборудования. Резонансные явления при работе сепараторов. Расчет роторов с использованием САПР.

Основы расчета и конструирования автоматов биотехнологических производств.

Элементы теории и расчета автоматов пищевых производств. Основные сведения об уравнивании машин пищевых производств. Исполнительные механизмы машин-автоматов. Законы движения рабочих органов. Кулачковые механизмы. Механизмы мальтийского креста. Механизмы фиксации. Звездчатые механизмы. Храповые механизмы. Шарнирно-рычажные механизмы. Рычажно-зубчатые механизмы.

Методы и средства исследования машин.

Основы тензометрических измерений. Разновидности тензодатчиков и их изготовление. Технология наклейки тензодатчиков. Измерительные характеристики тензодатчика. Расположение и монтаж тензодатчиков, подключение их к ЭВМ. Определение сил, давлений и моментов, действующих на детали. Математическая обработка данных эксперимента.

1.4. Управление техническими системами

Системы управления.

Основные принципы управления. Классификация систем управления. Модели «вход-выход», формы их представления и основные характеристики. Математическое описание элементов, скалярных и векторных систем

управления в форме пространства состояний. Векторно-матричные модели «вход-состояние-выход». Анализ устойчивости систем управления. Нелинейные системы управления. Особенности анализа и синтеза НСАУ. Дискретные системы управления. Анализ и синтез импульсных САУ. Оптимальные системы управления. Постановка задачи управления и характеристика методов оптимизации. Робастные и адаптивные системы управления.

Информационно-сенсорные системы.

Классификация погрешностей. Систематическая погрешность. Исключение систематических погрешностей. Случайная погрешность. Интервальные оценки результатов измерений. Грубая погрешность. Метрологические характеристики СИ. Нормирование метрологических характеристик. Класс точности. Классификация средств измерения. (Измерительный прибор, измерительный преобразователь, ИС, ИУ, ИИС, ИВК). Измерительные приборы, структурные схемы. Цифровые измерительные приборы. Датчики. Интегральные датчики. Интеллектуальные датчики. Классификация датчиков по принципу действия. Измерительные схемы, используемые для преобразования сигналов. Передающие преобразователи и системы дистанционной передачи ГСП. Дифференциально-трансформаторные, электросиловые, пневмосиловые преобразователи. Межсистемные (электропневматические и пневмоэлектрические) и нормирующие преобразователи. Измерение расхода жидкости, пара, газа. Методы и средства измерения расхода. Измерение температуры. Сравнительная характеристика методов и средств измерения температуры. Измерение давления. Сравнительная характеристика методов и средств измерения давления. Приборы давления с упругими чувствительными элементами. Перспективные средства измерения давления (тензометрические, емкостные). Измерение уровня жидкостей и сыпучих материалов. Характеристика поплавковых, мембранных, электрических и гидростатических уровнемеров. Измерение влажности газов и сыпучих материалов, основные понятия. Психрометрический метод и метод «точки росы». Влагомеры сорбционные, электрометрические. Измерение состава газов и жидкостей методом хроматографии. Газовые и жидкостные хроматографы. Термомагнитные и термокондуктометрические газоанализаторы. Особенности использования газоанализаторов в пищевой промышленности. Измерение рН-среды. Физико-химические основы метода. Приборы для потенциометрических измерений.

Автоматизация производственных процессов.

Классификация, основные характеристики технических средств автоматизации. Электрические коммутирующие устройства, классификация и основные характеристики. Системы позиционирования. Концевые выключатели, емкостные и индуктивные датчики. Ультразвуковые и фотоэлектрические датчики. Классификация и свойства объектов автоматизации в пищевой технологии. Автоматизация кожухотрубных теплообменников (свойства и схемы автоматизации). Автоматизация испарителей и конденсаторов (свойства и схемы автоматизации). Автоматизация ректификационных установок (свойства и схемы автоматизации). Автоматизация паровых котлов. Автоматизация процесса кондиционирования воздуха. Особенности регулирования расхода жидкостей и газов. Автоматизация тепловой обработки молока. Автоматизация процесса мойки оборудования на молочном предприятии. Система управления процессом выпечки хлебобулочных изделий. Автоматизация технологических процессов в отделении выделения спирта из культуральной жидкости.

2. ПРИМЕР ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ТЕСТОВ

1. Задание. Выберите правильный вариант ответа.

Машина в технологической линии осуществляет:

1. тепломассообменный процесс
2. механический процесс
3. транспортирование

2. Задание. Выберите правильный вариант ответа.

Аппарат в технологической линии осуществляет:

1. тепломассообменный процесс
2. механический процесс
3. транспортирование

3. Задание. Выберите правильный вариант ответа.

Процесс механического разделения твердого тела на части называется:

1. сепарирование
2. диспергирование
3. дозирование

4. Задание. Выберите правильный вариант ответа.

Шоколадные изделия формируются способом:

1. штампования;
2. прессования;
3. отливки;
4. выдавливания.

5. Задание. Выберите правильный вариант ответа.

Колбасные изделия формуются способом:

1. соединения с оболочкой шприцеванием;
2. экструдированием в атмосферу;
3. термической обработкой в формах;
4. изменением агрегатного состояния.

6. Задание. Выберите правильный вариант ответа.

Карамельные изделия формуются способом::

1. выдавливания из отверстий матрицы;
2. сдавливанием отформованного карамельного жгута пуансонами карамелештампующей машины;
3. отсадкой через отверстия нагнетательными валками

7. Система, задающее воздействие которой является произвольной функцией времени, называется:

1. следящей;
2. стабилизирующей;
3. программной;
4. оптимальной;

8. Как называется реакция на типовое воздействие $1(t)$?

1. кривая разгона;
2. переходная функция;
3. передаточная функция;
4. частотная функция.

3. Список литературы

1. Брык М.Г., Голубев В.Н., Чагаровский О.П. Мембранная технология в пищевой промышленности. - Киев: Урожай, 1991. - 222 с.
2. Горбенко Т. И. Основы мехатроники и робототехники : учебное пособие / Т. И. Горбенко, М. В. Горбенко ; Том. гос. ун-т. – Томск : Томский государственный университет, 2012. – 125 с. –
3. Дытнерский Ю.И. Обратный осмос и ультрафильтрация в пищевой промышленности. - М.: Химия, 1978. - 352 с.
4. Кавецкий Г.Д., Васильев Б.В. Процессы и аппараты пищевой технологии. - М.: КолосС, 1997. - 531 с.
5. Кузин Ф.А. «Магистерская диссертация. Методика написания, правила оформления и процедура защиты» Практическое пособие для студентов-магистров. - М.: «Ось-89», 1997. - 304 с.
6. Липатов Н.Н. Процессы и аппараты пищевых производств. - М.: Экономика, 1987. - 272 с.
7. Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн. Учебн. для вузов /С.Т. Антипов, И.Т. Кретов, А.Н. Остриков и др.; под ред. В.А. Панфилова. - М.: Высш. шк., 2001. - 703 с; 680 с.
8. Основные процессы и аппараты химической технологии (пособие по проектированию) / Под ред. Ю.И. Дытнерского. - М.: Химия, 1983. - 272 с.
9. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. - М.: Химия, 2004. - 560 с.
10. Панфилов В.А., Ураков О.А. Технологические линии пищевых производств. - М.: Пищевая промышленность, 1996. - 472 с.
11. Рогов И.А., Горбатов А.В. Физические методы обработки пищевых продуктов. - М.: Пищевая промышленность, 1974. - 583 с.
12. Сорокопуд А.Ф. Основы теории технологического потока: Учебное пособие. - Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. - Кемерово, 2004. - 104 с.
13. Сорокопуд А.Ф. Технологическое оборудование. Традиционное и специальное технологическое оборудование предприятий пищевых производств: учебное пособие Ч. 1/ А.Ф. Сорокопуд; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. - Кемерово, 2009. - 220 с.
14. Сорокопуд А.Ф. Технологическое оборудование. Традиционное и специальное технологическое оборудование предприятий пищевых производств: учебное пособие Ч. 2/ А.Ф. Сорокопуд; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. — Кемерово, 2009. - 202 с.
15. Стабников В.Н., Попов В.Д., Лысянский В.М. Процессы и аппараты пищевых производств. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1985. - 623 с.
16. Арет В.А., Руднев С.Д. Реология и физико-механические свойства пищевых продуктов: учебное пособие. Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. — Кемерово, 2014. - 245 с.

17. Процессы и аппараты пищевой технологии / Под ред. С.А. Бредихина: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2014. – 544 с.
18. Шишмарев, В.Ю. Основы автоматического управления / В.Ю. Шишмарев. – М.: Академия, 2008. – 352 с.
19. Брык М.Г., Голубев В.Н., Чагаровский О.П. Мембранная технология в пищевой промышленности. - Киев: Урожай, 1991. - 222 с.
20. Гинзбург А.С. Инфракрасная техника в пищевой промышленности. - М.: Пищевая промышленность, 1966. - 407 с.
21. Дытнерский Ю.И. Обратный осмос и ультрафильтрация в пищевой промышленности. - М.: Химия, 1978. - 352 с.
22. Кавецкий Г.Д., Васильев Б.В. Процессы и аппараты пищевой технологии. - М.: КолосС, 1997. - 531 с.
23. Кузин Ф.А. «Магистерская диссертация. Методика написания, правила оформления и процедура защиты» Практическое пособие для студентов-магистров. - М.: «Ось-89», 1997. - 304 с.
24. Липатов Н.Н. Процессы и аппараты пищевых производств. - М.: Экономика, 1987. - 272 с.
25. Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн. Учебн. для вузов /С.Т. Антипов, И.Т. Кретов, А.Н. Остриков и др.; под ред. В.А. Панфилова. - М.: Высш. шк., 2001. - 703 с; 680 с.
26. Основные процессы и аппараты химической технологии (пособие по проектированию) / Под ред. Ю.И. Дытнерского. - М.: Химия, 1983. - 272 с.
27. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. - М.: Химия, 2004. - 560 с.
28. Панфилов В.А., Ураков О.А. Технологические линии пищевых производств. - М.: Пищевая промышленность, 1996. - 472 с.
29. Рогов И.А., Горбатов А.В. Физические методы обработки пищевых продуктов. - М.: Пищевая промышленность, 1974. - 583 с.
30. Сорокопуд А.Ф. Основы теории технологического потока: Учебное пособие. - Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. - Кемерово, 2004. - 104 с.
31. Сорокопуд А.Ф. Технологическое оборудование. Традиционное и специальное технологическое оборудование предприятий пищевых производств: учебное пособие Ч. 1/ А.Ф. Сорокопуд; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. - Кемерово, 2009. - 220 с.
32. Сорокопуд А.Ф. Технологическое оборудование. Традиционное и специальное технологическое оборудование предприятий пищевых производств: учебное пособие Ч. 2/ А.Ф. Сорокопуд; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. — Кемерово, 2009. - 202 с.
33. Стабников В.Н., Попов В.Д., Лысянский В.М. Процессы и аппараты пищевых производств. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1985. - 623 с.
34. Арет В.А., Руднев С.Д. Реология и физико-механические свойства пищевых продуктов: учебное пособие. Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. — Кемерово, 2014. - 245 с.

35. Процессы и аппараты пищевой технологии / Под ред. С.А. Бредихина: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2014. – 544 с.
36. Харазов, В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами / В. Г. Харазов. – СПб: Профессия, 2013. – 656 с.
37. Советов, Б.Я. Моделирование систем / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. – М.: Высшая школа, 2007. – 343 с.
38. Иванов, А.А. Автоматизация технологических процессов и производств / А.А. Иванов. – М.: Форум, 2012. – 224 с.
39. Ковалева, В.Д. Автоматизированное рабочее место / В.Д. Ковалева, В.В. Хисамудинов [М., 2010] // Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (URL: <http://e.lanbook.com/>)
40. Малофеев, С.И. Надежность технических систем / С.И. Малофеев, А.И. Копейкин [М., 2012] // Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (URL: <http://e.lanbook.com/>)
41. Ерофеев, А.А. Теория автоматического управления / А.А. Ерофеев. – СПб.: Политехника, 2003. – 302 с.
42. Теория автоматического управления / под ред. В.Б. Яковлева. – М.: Высшая школа, 2005. – 567 с.
43. Ротач, В.Я. Теория автоматического управления / В.Я. Ротач. – М.: МЭИ, 2005. – 400 с.
44. Мирошник, И.В. Теория автоматического управления. Нелинейные системы и оптимальные системы / И.В. Мирошник. – СПб.: Питер, 2006. – 272 с.
45. Мирошник, И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы / И.В. Мирошник. – СПб.: Питер, 2005. – 336 с.
46. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника / К.К. Ким, Г.Н. Анисимов, В.Ю. Барборович, Б.Я. Литвинов; под ред. К.К. Кима. – СПб.: Питер, 2010. – 204 с.
47. Благовещенская, М.М. Информационные технологии систем управления технологическими процессами / М.М. Благовещенская, Л.А. Злобин. – М.: Высшая школа, 2005. – 768 с.
48. Интегрированные системы проектирования и управления в машиностроении. Структура и состав / Т.Я. Лазарева [и др.]. – Старый Оскол: ТНТ, 2008. – 236 с.
49. Бородин, И.Ф. Автоматизация технологических процессов / И.Ф. Бородин, Ю.А. Судник. – М.: Колос, 2005. – 344 с.
50. Балакирев, В.С. Надежность систем автоматизации / В.С. Балакирев. – Саратов: СГТУ, 2006. – 148 с.
51. Лукинов, А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств / А. П. Лукинов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 608 с. — ISBN 978-5-507-47173-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/335345> (дата обращения: 15.12.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
52. Сергеев, А. П. Мехатроника : учебное пособие / А. П. Сергеев, В. А.

Улексин. — Волгоград : Волгоградский ГАУ, 2019. — 220 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/139215> (дата обращения: 10.01.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

53. Мехатроника. Инженерный подход : учебное пособие для вузов / А. Н. Веригин, Н. А. Незамаев, А. Г. Ишутин [и др.] ; под редакцией А. Н. Веригин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 644 с. — ISBN 978-5-507-52181-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/439847> (дата обращения: 10.01.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

54. Рязанов, С. И. Автоматизация производственных процессов в машиностроении (робототехника, робототехнические комплексы) : учебное пособие / С. И. Рязанов. — Ульяновск : УлГТУ, 2018. — 162 с. — ISBN 978-5-9795-1820-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/165076> (дата обращения: 10.01.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

55.