

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ГАГАРИНА Ю.А.»
(СГТУ имени Гагарина Ю.А.)
САРАТОВСКИЙ КОЛЛЕДЖ МАШИНОСТРОЕНИЯ И ЭНЕРГЕТИКИ**

РАССМОТРЕНО
на заседании ПЦМК
технических дисциплин
протокол № _____
от «___» _____ 20__ г.
Председатель _____/Л.Б. Шаврина

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по УР
_____С.В. Клюквина
«_____» _____ 20__ г.

***Методические рекомендации для студентов
по проведению лабораторных работ
по МДК 04.02 Теоретические основы разработки и моделирования
отдельных несложных модулей и мехатронных систем
для специальности 15.02.14 «Оснащение средствами автоматизации
технологических процессов и производств (по отраслям)»***

Саратов, 2019 г

Разработал преподаватель СКМ и Э ФГБОУ ВО «СГТУ имени Гагарина Ю.А»
Шаврина Л.Б.

Данные методические рекомендации предназначены для студентов 4 курса, специальности **15.02.14** Оснащение средствами автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	
Цель лабораторных занятий.....	
Организация лабораторного занятия	
Структура лабораторного занятия.....	
Список рекомендуемой литературы.....	

Введение

Лабораторные занятия, как виды учебных занятий, направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений и составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки.

В процессе лабораторного занятия обучающиеся выполняют одно или несколько заданий под руководством преподавателя в соответствии с изучаемым содержанием учебного материала.

Выполнение обучающимися лабораторных занятий проводится с целью:

- формирования практических умений в соответствии с требованиями к уровню подготовки обучающихся, установленными рабочей программой дисциплины по конкретным разделам/ темам дисциплины;
- обобщения, систематизации, углубления, закрепления полученных теоретических знаний;
- совершенствования умений применять полученные знания на практике, реализации единства интеллектуальной и практической деятельности;
- развития интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;
- выработки таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива при решении поставленных задач при освоении общих компетенций.

В результате освоения междисциплинарного курса формируются следующие профессиональные (ПК) и общие (ОК) компетенции:

- | | |
|--------|---|
| ПК 4.1 | Контролировать текущие параметры и фактические показатели работы систем автоматизации в соответствии с требованиями нормативно-технической документации для выявления возможных отклонений. |
| ПК 4.2 | Осуществлять диагностику причин возможных неисправностей и отказов систем для выбора методов и способов их устранения |
| ПК 4.3 | Организовывать работы по устранению неполадок, отказов оборудования и ремонту систем в рамках своей компетенции. |
| ОК 01. | Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей. |
| ОК 02. | Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях. |
| ОК 04. | Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности. |
| ОК 09. | Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие. |
| ОК 10. | Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами. |
| ОК 11. | Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста. |

Организация лабораторного занятия

Лабораторное занятие должно проводиться в учебных лабораториях или специально оборудованных помещениях (площадках, полигонах и т.п.) - лаборатории «Автоматического управления».

В соответствии с требованиями ФГОС СПО 15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям) реализация ППССЗ должна обеспечивать выполнение обучающимися лабораторных занятий, включая как обязательный компонент *лабораторные занятия (с использованием персональных компьютеров)*.

Выполнению лабораторных занятий предшествует проверка знаний обучающихся - их теоретической готовности к выполнению задания.

Лабораторные занятия могут носить репродуктивный, частично-поисковый и поисковый характер.

Работы, носящие *репродуктивный характер*, отличаются тем, что при их проведении обучающиеся пользуются подробными инструкциями, в которых указаны: цель работы, пояснения (теория, основные характеристики), оборудование, аппаратура, материалы и их характеристики, порядок выполнения работы, таблицы, выводы (без формулировки), контрольные вопросы, учебная и специальная литература.

Работы, носящие *частично-поисковый характер*, отличаются тем, что при их проведении обучающиеся не пользуются подробными инструкциями, им не дан порядок выполнения необходимых действий, и они требуют от обучающихся самостоятельного подбора оборудования, выбора способов выполнения работы в инструктивной и справочной литературе и др.

Работы, носящие *поисковый характер*, характеризуются тем, что обучающиеся, опираясь на имеющиеся у них теоретические знания, должны решить новую для них проблему.

При планировании практических занятий необходимо находить оптимальное соотношение репродуктивных, частично-поисковых и поисковых работ, чтобы обеспечить высокий уровень интеллектуальной деятельности.

Формы организации обучающихся при проведении лабораторных занятий - фронтальная, групповая и индивидуальная.

При *фронтальной форме* организации занятий все обучающиеся выполняют одновременно одну и ту же работу.

При *групповой форме* организации занятий одна и та же работа выполняется бригадами по 2 - 5 человек.

При *индивидуальной форме* организации занятий каждый обучающийся выполняет индивидуальное задание.

Для повышения эффективности проведения лабораторных занятий рекомендуется:

- разработка сборников задач, заданий и упражнений;
- разработка контрольно-диагностических материалов для контроля за подготовленностью обучающихся к лабораторным занятиям, в том числе в форме педагогических тестовых материалов для автоматизированного контроля;
- подчинение методики проведения лабораторных занятий ведущим дидактическим целям с соответствующими установками обучающимся;

Лабораторная работа №1

Тема: «Моделирование мехатронных систем и технологий»

Цель работы: изучить моделирование мехатронных систем и технологий.

Тип урока – лабораторное занятие.

Методы обучения – репродуктивный и поисковый

Ход работы:

Модель – упрощенное представление о реальном объекте, процессе или явлении.

Каждый объект имеет большое количество различных свойств. В процессе построения модели выделяются главные, наиболее существенные, свойства. Так, модель самолета должна иметь геометрическое подобие оригиналу, модель атома – правильно отражать физические взаимодействия, архитектурный макет города – ландшафт и т.д.

Цели моделирования:

- понять сущность изучаемого объекта;
- научиться управлять объектом и определять наилучшие способы управления;
- прогнозировать прямые или косвенные последствия;
- решать прикладные задачи.

Разные науки исследуют объекты и процессы под разным углом зрения и строят различные типы моделей. В физике изучаются процессы взаимодействия и движения объектов, в химии - их внутреннее строение, в биологии - поведение живых организмов и т.д.

Например, человек, в разных науках исследуется в рамках различных моделей. В рамках механики его можно рассматривать как материальную точку, в химии - как объект, состоящий из различных химических веществ, в биологии - как систему, стремящуюся к самосохранению и т.д. С другой стороны, разные объекты могут описываться одной моделью. Так, в механике различные материальные тела (от планеты до песчинки) могут рассматриваться как материальные точки. Один и тот же объект может иметь множество моделей, а разные объекты могут описываться одной моделью.

К основным признакам классификации моделей, относятся:

1. Область использования.
2. Учет в модели временного фактора (динамики).
3. Отрасль знаний.
4. Способ представления моделей.

Современное поколение мехатронных машин и систем, предназначенных для выполнения новых служебных и функциональных задач, отличается рядом характерных особенностей. К ним относятся: нелинейность кинематической структуры, выполнение движений по криволинейным траекториям в пространстве и сложные законы перемещения во времени, функционирование в изменяющихся и неопределенных внешних средах.

Проблематика построения математических моделей мехатронных машин определяется следующими основными положениями.

А. Многомерность системы.

В мехатронных системах нового поколения наиболее распространены универсальные механизмы, которые обеспечивают управляемое перемещение по шести степеням подвижности. Однако все чаще находят применение кинематические структуры с избыточностью для выполнения операций в средах с препятствиями либо в реконфигурируемых системах.

Б. Взаимосвязанность движений звеньев.

Многосвязность системы означает, что движение каждого звена кинематически и динамически влияет на движение остальных звеньев. Данное взаимовлияние происходит через механическое устройство, объект работ и источник энергии. К тому же для многих технологических задач параметры внешних воздействий, приложенных к рабочему органу, заранее не определены.

В. Нелинейность координатного базиса.

Методические рекомендации по проведению лабораторных занятий

Опыт применения производственных и специальных машин с гибридной и параллельной кинематикой выявил существенные трудности, которые возникают у инженерно-технического персонала при их установке, программировании и обслуживании. Переменность параметров в нелинейных уравнениях может приводить к потере управляемости системой в особых (сингулярных) конфигурациях. С точки зрения пользователя, наибольшую проблему представляют трансформации движений рабочего органа из обобщенной системы координат в декартовую систему. Задача управления машиной состоит в исполнении желаемого движения рабочего органа, который целенаправленно действует на объект работ, испытывая при этом со стороны внешней среды возмущающее воздействие. Движение рабочего органа как конечного звена мехатронной машины обеспечивается взаимосвязанными перемещениями исполнительных приводов и звеньев механического устройства.

Г. Неоднородность и анизотропия свойств машины.

Мехатронные машины с нелинейным координатным базисом отличаются неоднородностью характеристик (кинематических, скоростных, динамических, упругих) в рабочей зоне. Это означает, что, например, желаемая скорость рабочего органа может быть достигнута только в ограниченной области рабочего пространства. Если объект работ расположен вне этой области, то машина не может выполнить заданную технологическую операцию. Различие свойств может проявляться не только в разных точках рабочей зоны, но и в разных направлениях (анизотропия свойств). Анизотропия накладывает существенные ограничения на взаимное расположение рабочего органа и объекта работ, например на сборочных операциях, где требуется приложить вектор силы в заданном направлении.

Д. Необходимость решения задачи управления в пространстве и во времени.

Программа движения мехатронных систем предусматривает выполнение функциональных движений машиной в пространстве и во времени. Необходимо рассчитать и оптимизировать траектории движения всех звеньев в обобщенных координатах и рабочего органа - в декартовом пространстве. Для выполнения программы движения во времени должны быть определены и реализованы желаемые скорости, ускорения и развиваемые усилия для всех исполнительных приводов системы.

Характерной особенностью мехатронных систем является возможность разделения задач управления движением на пространственную и временную. Это означает, что траектория перемещения рабочего органа в пространстве и его контурная скорость могут планироваться раздельно и с использованием различных критериев оптимизации. Например, для робототехнологического комплекса механообработки, программа перемещения и ориентации инструмента в пространстве определяется по геометрической модели обрабатываемой детали.

Скорость движений рабочего органа робота вдоль траектории должна быть выбрана с учетом специфики рабочего процесса: размеров и твердости материала заготовки, типа инструмента, а также технических возможностей приводов инструментальной головки и манипулятора.

Перечисленные особенности мехатронных машин обуславливают сложность построения их адекватных и при этом наглядных и удобных для синтеза управления математических моделей.

Задание: изучить моделирование мехатронных систем и технологий.

Литература:

1. Андреев С.М., Парсункин Б.Н.: Разработка и моделирование несложных систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов: учебное пособие для студ. сред. проф. образования - М.: «Издательский центр «Академия», 2016. – 272 с.

2. Шишмарев В.Ю. Типовые элементы систем автоматического управления: Учебник для сред. проф. образования / Владимир Юрьевич Шишмарев. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 304 с.

3. Введение в мехатронику: В 2-х кн. Учебное пособие / А. К. Тугенгольд, И. В. Богуславский, Е. А. Лукьянов, В. В. Мартынов, В. А. Герасимов, Ю. Б. Ивацевич, Н. Ф. Карнаухов.

Лабораторная работа №2

Тема: «Структура мехатронной системы автоматического регулирования»

Цель работы: изучить структуры мехатронной системы автоматического регулирования

Тип урока – лабораторное занятие.

Методы обучения – репродуктивный и поисковый

Ход работы:

Мехатронные устройства - это выделившийся в последние десятилетия класс машин или узлов машин, базирующийся на использовании в них достижений точной механики, электропривода, электроники, компьютерного управления.

Хотя все эти элементы можно встретить в громадном количестве традиционной техники, все же можно выделить ряд признаков мехатронного устройства, к которым можно отнести следующие:

1. Наличие интеграции следующих функциональных элементов:

-выходного механического звена (ВМЗ), выполняющего внешние функции мехатронного устройства;

-двигателя выходного звена с механизмом передачи движения к ВМЗ, привода ВМЗ;

-усилителя-преобразователя энергии питания двигателя (УПЭП);

-устройства цифрового программного управления приводом;

- информационной системы, контролирующей состояние внешнего мира и внутренних параметров мехатронного устройства.

2. Минимум преобразований информации и энергии (например, прямое цифровое управление безредукторным приводом) - принцип минимума преобразований.

3. Использование одного и того же элемента мехатронного устройства для реализации нескольких функций (например, параметры двигателя (ток, противо-ЭДС) используются для измерения его момента и скорости) - принцип совмещения функций.

4. Проектирование функций различных элементов мехатронного устройства таким образом, чтобы цели служебного назначения изделия достигались совместным выполнением этих функций без их дублирования и с максимальным эффектом (принцип синергетики).

5. Объединение корпусов узлов мехатронного устройства - принцип совмещения корпусов.

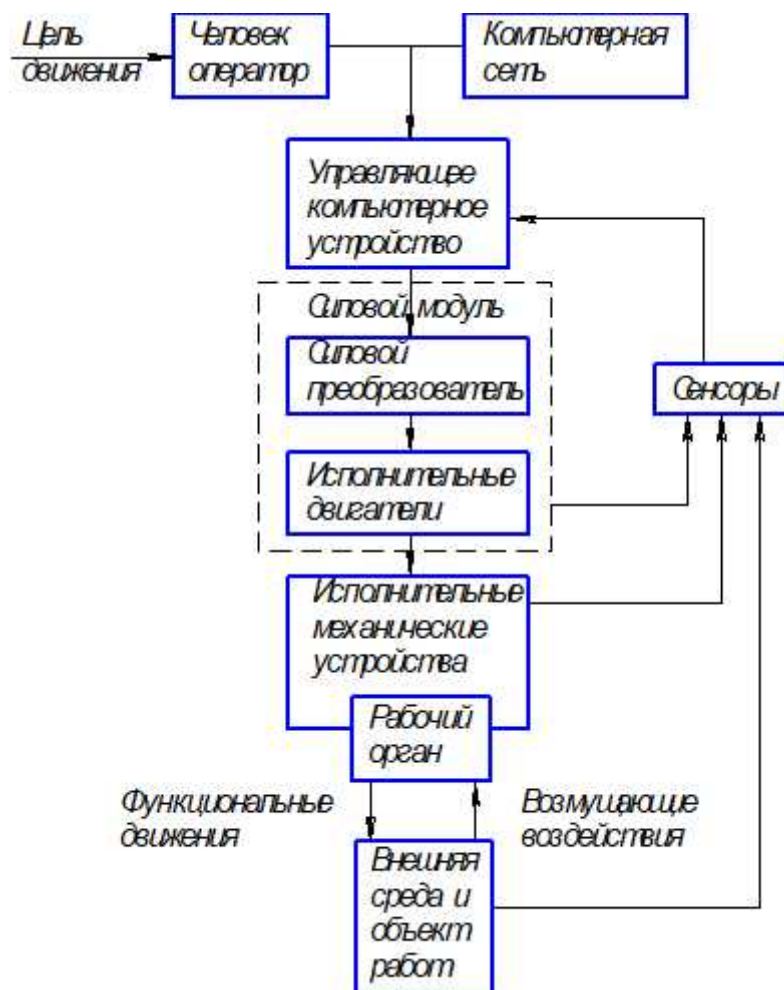


Рисунок 1 - Принцип построения мехатронной системы

Устройство компьютерного управления осуществляет следующие основные функции:

1. Управление процессом механического движения мехатронного модуля или многомерной системы в реальном времени с обработкой сенсорной информации.
2. Организация управления функциональными движениями мехатронной системы, которая предполагает координацию управления механическим движением мехатронной системы и сопутствующими внешними процессами. Как правило, для реализации функции управления внешними процессами используются дискретные входы/выходы устройства.
3. Взаимодействие с человеком-оператором через машинный интерфейс в режимах автономного программирования (режим off-line) и непосредственно в процессе движения мехатронной системы (режим on-line).
4. Организация обмена данными с периферийными устройствами, сенсорами и другими устройствами системы.

Задачей мехатронной системы является преобразование входной информации, поступающей с верхнего уровня управления в целенаправленное механическое движение с управлением на основе принципа обратной связи. Характерно, что электрическая энергия (гидравлическая, пневматическая) используется в современных системах как промежуточная энергетическая форма.

Задание: составить структуру мехатронной системы автоматического регулирования.

Литература:

1. Андреев С.М., Парсункин Б.Н.: Разработка и моделирование несложных систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов: учебное пособие

для студ. сред. проф. образования - М.: «Издательский центр «Академия», 2016. – 272 с.

2. Шишмарев В.Ю. Типовые элементы систем автоматического управления: Учебник для сред. проф. образования / Владимир Юрьевич Шишмарев. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 304 с.

3. Введение в мехатронику: В 2-х кн. Учебное пособие / А. К. Тугенгольд, И. В. Богуславский, Е. А. Лукьянов, В. В. Мартынов, В. А. Герасимов, Ю. Б. Ивацевич, Н. Ф. Карнаухов.

Лабораторная работа № 4

Тема: «Основные функции компьютерного управления»

Цель работы: изучение основных функций компьютерного управления.

Тип урока – лабораторное занятие.

Методы обучения – репродуктивный и поисковый

Ход работы:

Структура и функции компьютера, если рассматривать их на самом верхнем уровне абстракции, по существу довольно просты.

В самом общем смысле таких функций всего четыре:

- обработка данных;
- хранение данных;
- перемещение данных;
- управление.

На рис. 1. представлены базовые функции, которые выполняет компьютер.

ОПЕРАЦИОННАЯ СРЕДА (источники и приемники данных)



Рис. 1. Базовые функции компьютера

Компьютер, естественно, в первую очередь обязан обрабатывать данные, которые могут принимать самые разные формы, а диапазон выполняемых операций по их обработке также может быть очень широк. Однако, как будет показано ниже, все разнообразие операций может быть сведено к немногим базовым типам или методам обработки.

Существенное место занимает и функция хранения данных. Даже если компьютер обрабатывает данные на ходу, т.е. по мере их поступления из внешней среды, причем

Методические рекомендации по проведению лабораторных занятий

результат также немедленно отправляется получателю, компьютер должен обладать способностью, хотя бы временно, хранить промежуточные результаты и фрагменты данных, которые обрабатываются в текущий момент времени. Таким образом, компьютер должен выполнять функцию хранения данных хотя бы и на короткое время. Но в большинстве случаев этого недостаточно. От компьютера чаще всего требуется выполнение функции длительного хранения данных, которые могут обрабатываться или обновляться по мере необходимости.

Компьютер должен также обладать способностью перемещать данные, причем в обе стороны, т.е. получать первичные данные из внешней среды и отправлять результаты обработки внешним абонентам. Среда, в которой "живет" компьютер, состоит из устройств, играющих либо роль источников данных, либо роль приемников информации. Процесс перемещения данных между компьютером и внешней средой принято называть процессом ввода-вывода, а устройства, входящие в состав операционной среды, — периферийными устройствами (или устройствами ввода-вывода). Когда данные передаются на большое расстояние, т.е. выполняется обмен данными с удаленными устройствами, этот процесс принято называть передачей данных.

И, наконец, все эти три функции должны выполняться в определенной последовательности, т.е. от компьютера требуется еще и выполнение функции управления. В конечном счете, функция управления, в основном, ложится на плечи того, кто снабжает компьютер последовательностью команд — программы. В самом же компьютере функция управления сводится к распределению ресурсов и "дирижированию" выполнением других функций в процессе выполнения команд, заданных программой.

На этом, самом общем, уровне анализа множество операций, выполняемых в компьютере, можно разделить на ограниченное число видов. На рис. 2 схематически показаны четыре основных вида операций.

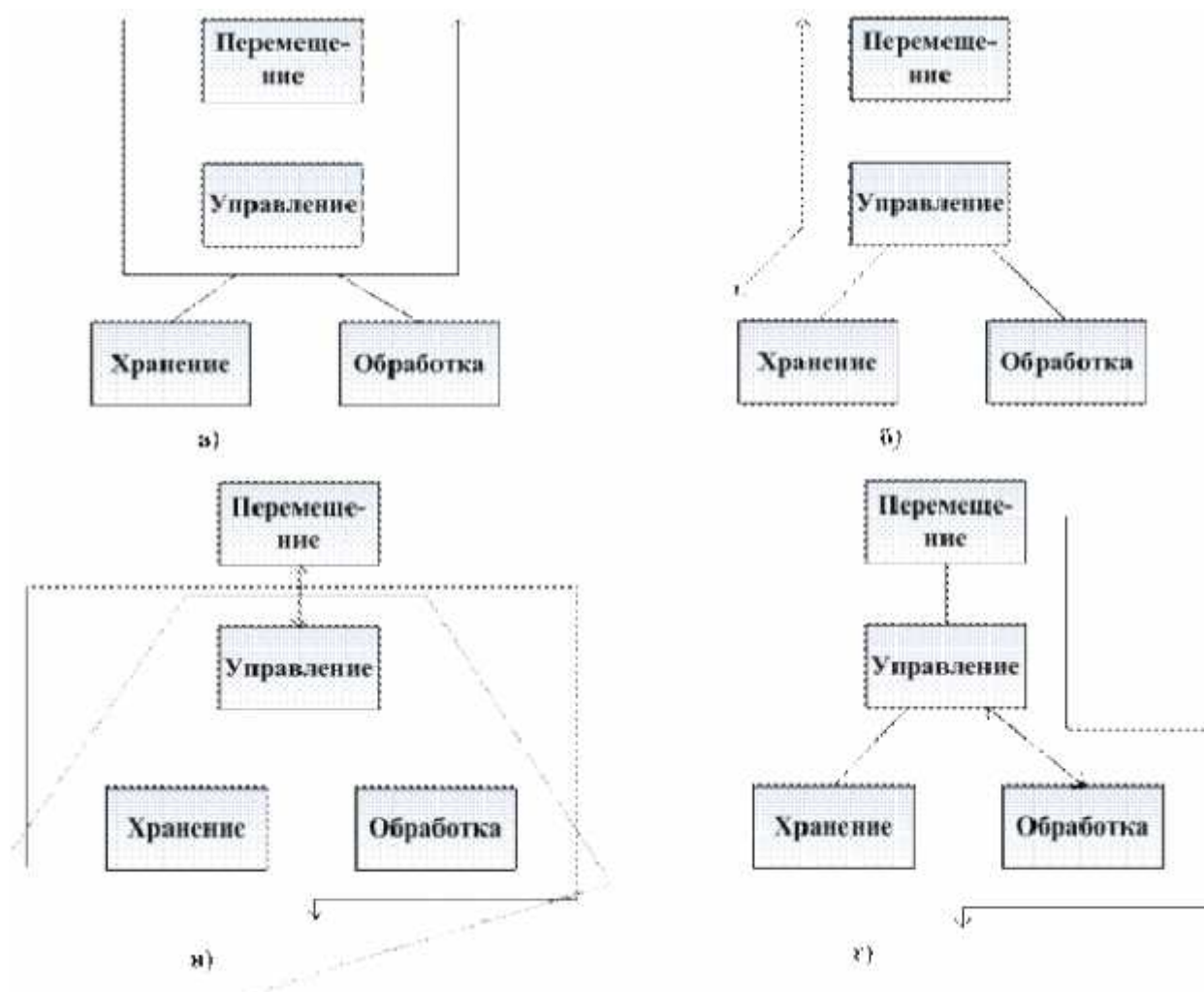


Рис. 2. Основные типы операций в компьютере:

а — перемещения данных от одного абонента к другому;

б — хранение данных; в, г — преобразование данных.

Компьютер может работать как устройство перемещения данных от одного абонента к другому (рис. 2,а), причем данные передаются без изменения смысла содержащейся в них информации.

Второй вариант — компьютер функционирует как устройство хранения данных (рис. 2,б), обеспечивая циркуляцию информации в обе стороны между периферийными устройствами и средствами выполнения функции хранения (т.е. данные записываются в компьютер или считываются из компьютера).

Последние два варианта включают обработку (преобразование) данных — преобразуемые данные либо извлекаются из хранилища, и туда же отправляются результаты (рис. 2,в), либо данные поступают из внешней среды, а результаты отправляются в хранилище (рис.2, г).

Приведенные рассуждения могут показаться слишком уж абстрактными, обобщенными настолько, что не имеют никакого практического применения. Но это не так — даже на верхнем уровне абстрагирования можно было бы более подробно дифференцировать его функции.

Возможности подстройки конфигурации компьютера под перечень выполняемых функций очень ограничены. Основная тому причина — компьютер по самой своей природе ориентирован на выполнение самых разнообразных задач, а потому практически вся его специализация проявляется на стадии программирования, а не на стадии проектирования.

На рис. 3 в самом общем виде представлен компьютер в его отношениях с внешним миром. Компьютер является объектом, способным некоторым образом взаимодействовать с внешней по отношению к нему средой через связи, которые можно разделить на две группы — связи с локальным периферийным оборудованием и связи для передачи данных на большое расстояние. В дальнейшем внимание, в основном, будет сосредоточено на внутренней структуре компьютера.



Рис. 3. Компьютер как элемент информационной среды

На рис. 4 в самом общем виде представлена внутренняя структура компьютера.



Рис. 4. Внутренняя структура компьютера

Основные компоненты структуры компьютера:

процессор- управляет функционированием всей системы и выполняет функции обработки информации.

оперативная память - хранит программы и всю информацию, необходимую для их выполнения.

устройства ввода-вывода - перемещают данные между компьютером и внешним миром.

системные внутренние связи (коммуникационная подсистема) - механизм, обеспечивающий обмен информацией между всеми компонентами компьютера— процессором, оперативной памятью и устройствами ввода-вывода.

В состав конкретного компьютера могут входить один или несколько компонентов каждого типа.

Задание: изучить основных функций компьютерного управления и ответить на контрольные вопросы

Контрольные вопросы:

1. Какие основные функции компьютера?
2. Назовите основные подсистемы компьютера?
3. Какие функции должна выполнять память?
4. Какие функции должен выполнять процессор?
5. Какие функции должен выполнять ввод-вывод?
6. Какие функции должна выполнять коммуникационная подсистема?

Методические рекомендации по проведению лабораторных занятий

Литература:

1. Андреев С.М., Парсункин Б.Н.: Разработка и моделирование несложных систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов: учебное пособие для студ. сред. проф. образования - М.: «Издательский центр «Академия», 2016. – 272 с.
2. Шишмарев В.Ю. Типовые элементы систем автоматического управления: Учебник для сред. проф. Образования / Владимир Юрьевич Шишмарев. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 304 с.
3. Введение в мехатронику: В 2-х кн. Учебное пособие / А. К. Тугенгольд, И. В. Богуславский, Е. А. Лукьянов, В. В. Мартынов, В. А. Герасимов, Ю. Б. Ивацевич, Н. Ф. Карнаухов.

Лабораторная работа №5

Тема: «Взаимодействие компьютерного управления с человеком оператором через машинный интерфейс»

Цель работы: изучить взаимодействие компьютерного управления с человеком оператором через машинный интерфейс

Тип урока – лабораторное занятие.

Методы обучения – репродуктивный и поисковый

Ход работы:

Человеко-компьютерное взаимодействие (НСИ) — это изучение, планирование и разработка взаимодействия между людьми (пользователями) и компьютерами. Зачастую его рассматривают как совокупность науки о компьютерах, бихевиоризма, проектирования и других областей исследования. Взаимодействие между пользователями и компьютерами происходит на уровне пользовательского интерфейса (или просто интерфейса), который включает в себя программное и аппаратное обеспечение; например, образы или объекты, отображаемые на экранах дисплеев, данные, полученные от пользователя посредством аппаратных устройств ввода (таких как клавиатуры и мыши) и другие взаимодействия пользователя с крупными автоматизированными системами, такими как воздушное судно и электростанция.

Ассоциация вычислительной техники рассматривает взаимодействие человека и компьютера как «дисциплину, занимающуюся проектированием, оценкой и осуществлением работы интерактивных вычислительных систем для использования человеком, а также изучением происходящих процессов.» Важным аспектом человеко-компьютерного взаимодействия является обеспечение удовлетворения пользователей (см. Computer user satisfaction).

В связи с тем, что человеко-компьютерное взаимодействие изучается как с человеческой стороны, так и с компьютерной, то знания, полученные в ходе исследования, опираются как на человеческий фактор, так и на компьютерный. С компьютерной стороны важны технологии компьютерной графики, операционных систем, языков программирования и среды разработки. С человеческой стороны, теория коммуникации, графическое и производственное проектирование, лингвистика, социология, когнитивная психология и такие человеческие факторы как удовлетворение пользователей. Также имеет значение инженерия и проектирование. Благодаря междисциплинарному характеру человеко-компьютерного взаимодействия, люди с разным уровнем подготовки вносят вклад в его успех. Иногда человеко-компьютерное взаимодействие называют как человеко-машинное взаимодействие, так и компьютерно-человеческое взаимодействие.

Важным критерием является внимание к человеко-компьютерному взаимодействию, так как плохо разработанные интерфейсы могут стать причиной многих непредвиденных

Методические рекомендации по проведению лабораторных занятий

проблем. Классическим примером этого является авария на АЭС Три-Майл-Айленд, где в ходе расследования было выявлено, что, по крайней мере, частичную ответственность за катастрофу несёт на себе проектирование интерфейса. Подобным образом, аварии в авиации возникали вследствие решения производителей использовать нестандартные воздушные приборы и/или расположение штурвала. Хотя предполагалось, что новые конструкции более совершенны касательно основного человеко-компьютерного взаимодействия, пилотам было присуще «стандартное» расположение и, таким образом, концептуально хорошая идея, не повлекла желаемые результаты.

Основной задачей человеко-компьютерного взаимодействия является улучшение взаимодействия между человеком и компьютером, делая компьютеры более удобными (юзабельными) и восприимчивыми к потребностям пользователей. В частности, человеко-компьютерное взаимодействие занимается:

- методологией и развитием проектирования интерфейсов (т. е., исходя из требований и класса пользователей, проектирование наилучшего интерфейса в заданных рамках, оптимизация под требуемые свойства, такие как обучаемость и эффективность использования);
- методами реализации интерфейсов (например, программные инструментари, библиотеки и рациональные алгоритмы);
- методами для оценки и сравнения таких интерфейсов;
- разработкой новых интерфейсов и методов взаимодействия;
- развитием описательных и прогнозируемых моделей;
- теорией взаимодействия.

Долгосрочной задачей человеко-компьютерного взаимодействия является разработка системы, которая снизит барьер между человеческой когнитивной моделью того, чего они хотят достичь и пониманием компьютера поставленных перед ним задач.

Специалисты человеко-компьютерного взаимодействия — это, как правило, разработчики, занимающиеся практическим применением методик разработки к реальным всемирным проблемам. Их работа, зачастую, вращается вокруг разработки графических- и веб-интерфейсов.

Исследователи человеко-компьютерного взаимодействия занимаются развитием новых методик проектирования, проведением экспериментов с новыми аппаратными устройствами, созданием прототипов новых систем программного обеспечения, изучением новых парадигм для взаимодействия и развитием теорий и моделей взаимодействия.

В изучении персонального информационного менеджера (ПИМ), взаимодействие человека с компьютером находится в обширной информационной среде — люди могут работать с различными формами информации, некоторые из которых компьютерные, многие — нет (к примеру доски, блокноты, стикеры, стикеры на магнитах), чтобы понять и эффективно воздействовать на желаемые изменения своего мира. В области компьютерно-поддерживаемой совместной работы (англ.)русск. акцент делается на использование вычислительных систем в поддержку совместной работы группы людей. Принципы управления командной работой расширяют сферу компьютерно-поддерживаемой совместной работы на организационном уровне и могут быть реализованы без использования компьютерных систем.

Создание качественного человеко-компьютерного интерфейса, который можно назвать точкой связи между человеком и компьютером, есть конечная цель изучения человеко-компьютерного взаимодействия.

Обмен информацией между человеком и компьютером можно определить как узел взаимодействия. Узел взаимодействия включает в себя несколько аспектов:

- Область задач: условия и цели, ориентированные на пользователя
- Область машины: среда с которой взаимодействует компьютер, то есть ноутбук студента в комнате в общежитии колледжа

- Области интерфейса: непересекающиеся области, касающиеся процессов человека и компьютера, не относящиеся к сфере взаимодействия
- Входящий поток: поток информации, который начинается в области задач, когда пользователь имеет несколько задач, которые требуют использования компьютера
- Выходной поток: поток информации, который возникает в машине
- Обратная связь: узлы взаимодействия, проходящие через интерфейс, оцениваются, моделируются и подтверждаются, так как они проходят от человека через интерфейс к компьютеру и обратно.

Задание: изучить взаимодействие компьютерного управления с человеком оператором через машинный интерфейс

Литература:

1. Андреев С.М., Парсункин Б.Н.: Разработка и моделирование несложных систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов: учебное пособие для студ. сред. проф. образования - М.: «Издательский центр «Академия», 2016. – 272 с.
2. Шишмарев В.Ю. Типовые элементы систем автоматического управления: Учебник для сред. проф. образования / Владимир Юрьевич Шишмарев. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 304 с.
3. Введение в мехатронику: В 2-х кн. Учебное пособие / А. К. Тугенгольд, И. В. Богуславский, Е. А. Лукьянов, В. В. Мартынов, В. А. Герасимов, Ю. Б. Ивацевич, Н. Ф. Карнаухов.

Лабораторная работа №6

Тема: «Методы управления мехатронными модулями и системами»

Цель работы: изучить методы управления мехатронными модулями и системами

Тип урока – лабораторное занятие.

Методы обучения – репродуктивный и поисковый

Ход работы:

Постановку проблемы будем рассматривать применительно к мехатронным системам, которые используются в производственных машинах и комплексах автоматизированного машиностроения как основное технологическое оборудование. К таким системам управления предъявляются, как правило, весьма жесткие требования, так как режимы управления определяют ход технологического процесса и, следовательно, качество получаемого изделия. Именно задачи компьютерного управления технологическими машинами, которые не могли быть решены на базе традиционных подходов, стимулировали разработку и внедрение в практику принципиально новых методов управления.

В общем случае в мехатронике ставится задача управления координированными функциональными движениями машин. Однако в данном пособии ограничимся рассмотрением вопросов управления только механическими движениями мехатронных систем. Задача управления машиной состоит в исполнении желаемого движения рабочего органа, который целенаправленно действует на объект работ, испытывая при этом со стороны внешней среды возмущающее воздействие. Следовательно, в общем случае объектом управления в мехатронике является сложная многосвязная система, в состав которой входят:

- комплекс исполнительных приводов;
- механическое устройство с рабочим органом;
- блок сенсоров;
- объект работ, с которым взаимодействует рабочий орган.

При этом отдельные блоки и устройства могут быть интегрированы в мехатронные модули. Включение в рассмотрение процесса взаимодействия рабочего органа и внешних объектов (например, для операций сборки, механообработки, водоструйной резки) позволяет организовать технологически ориентированный процесс управления, учитывающий характер и специфику данного взаимодействия в конкретно поставленной задаче. Указанная структура

Методические рекомендации по проведению лабораторных занятий

объекта управления определяет требования и постановку задачи управления мехатронными системами рассматриваемого класса. Очевидно, что воспроизведение заданных движений мехатронными модулями основывается на выполнении классических требований теории управления: устойчивости, точности и качества процесса управления. Однако дополнительно необходимо учитывать следующие специфические особенности мехатронных систем:

1. Движение рабочего органа как конечного управляемого звена обеспечивается взаимосвязанными (кинематически и динамически) перемещениями нескольких исполнительных приводов и звеньев механического устройства.

2. Задача управления мехатронной системой должна быть решена в пространстве (т. е. найдены оптимизированные траектории движения всех звеньев, включая рабочий орган) и во времени (т. е. определены и реализованы желаемые скорости, ускорения и развиваемые усилия для всех приводов системы).

3. Для многих технологических задач параметры внешних и возмущающих воздействий, приложенных к рабочему органу и отдельным мехатронным модулям, заранее не определены.

4. Сложность построения адекватных математических моделей мехатронных систем традиционными аналитическими методами (особенно прецизионных многосвязных систем, включающих динамическую модель технологического процесса).

Структурно мехатронные системы являются многомерными и многосвязными системами. Размерность задачи управления в мехатронике определяется числом независимо управляемых приводов системы. В случае общего механизма исходно задается желаемое движение рабочего органа, а реализуется оно совокупными перемещениями всех звеньев.

Отсюда возникают специальные математические, алгоритмические и технические задачи управления.

Для планирования заданного движения мехатронной системы необходимо решить обратную задачу о положении механизма. Суть данной задачи состоит в определении требуемых перемещений звеньев системы по заданному закону движения рабочего органа.

Проблемным является вопрос организации обратных связей при управлении многосвязными мехатронными системами. Технически наиболее просто устанавливать датчики положения и скорости в приводных модулях. Однако затем необходимо вычислить в реальном времени фактическое перемещение рабочего органа. Причем этот компьютерный расчет требует построения адекватной динамической модели системы с учетом весьма сложных для аналитической оценки факторов:

- всех действующих сил (управляющих моментов приводов, сил трения и диссипации, внешних сил и моментов, центробежных и кориолисовых сил);
- первичных погрешностей системы (упругих деформаций звеньев, люфтов в механических передачах, погрешностей изготовления и сборки, узлов), которые определяют ее интегральные точностные характеристики в текущей конфигурации;
- переменных параметров объекта управления (приведенных моментов инерции и масс механизма и нагрузки).

Поэтому наилучшим вариантом с точки зрения достоверности получаемой информации о фактическом движении является установка датчиков непосредственно на рабочий орган. Примерами такого подхода могут служить:

- применение систем технического зрения для определения положения рабочего органа и объектов в рабочей зоне (например, на сборочных операциях);
- установка силомоментных датчиков в запястье манипулятора для измерения действующих сил на операциях механообработки;
- использование блоков акселерометров для определения линейных ускорений непосредственно рабочего органа при быстрых транспортных перемещениях.

Перспективным представляется также сочетание рассмотренных подходов при выборе обратных связей в сложных мехатронных системах.

Характерной особенностью мехатронных систем для автоматизированного машиностроения является возможность разделения задач программного управления движением на пространственную и временную. Это означает, что траектория перемещения рабочего органа в пространстве и его контурная скорость могут планироваться раздельно с использованием различных критериев оптимизации. Например, для робототехнического комплекса механообработки программа перемещения и ориентации инструмента в пространстве определяется по графической модели обрабатываемой детали в системе AutoCAD, либо заданием опорных точек в режиме обучения. Скорость движения рабочего органа робота вдоль траектории должна быть выбрана с учетом специфики рабочего процесса: размеров и твердости материала заготовки, типа инструмента, а также технических возможностей приводов инструментальной головки и манипулятора. Оптимизацию закона движения технологической машины во времени обычно проводят по критериям производительности, точности обработки, а также по экономическим и комбинированным показателям.

Задание: изучить методы управления мехатронными модулями и системами

Литература:

1. Андреев С.М., Парсункин Б.Н.: Разработка и моделирование несложных систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов: учебное пособие для студ. сред. проф. образования - М.: «Издательский центр «Академия», 2016. – 272 с.
2. Шишмарев В.Ю. Типовые элементы систем автоматического управления: Учебник для сред. проф. образования / Владимир Юрьевич Шишмарев. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 304 с.
3. Введение в мехатронику: В 2-х кн. Учебное пособие / А. К. Тугенгольд, И. В. Богуславский, Е. А. Лукьянов, В. В. Мартынов, В. А. Герасимов, Ю. Б. Ивацевич, Н. Ф. Карнаухов.

Лабораторная работа №7

Тема: «Принципы построения систем интеллектуального управления в мехатронике»

Цель работы: изучить принципы построения систем интеллектуального управления в мехатронике

Тип урока – лабораторное занятие.

Методы обучения – репродуктивный и поисковый

Ход работы:

Главная отличительная черта современной теории управления – это развитие интеллектуальных методов управления техническими системами, которая очень отчетливо проявляется в мехатронике как одной из передовых научно-технических областей. Именно интеллектуальные методы позволяют эффективно решать задачи управления мехатронными системами.

Интеллектуальный уровень – высший уровень управления в системе.

К основным признакам систем интеллектуального управления рассматриваемого класса применительно к задачам мехатроники следует отнести:

- способность автономно (без участия человека-оператора) принимать решения о поведении системы в некоторых заранее не определенных ситуациях;
- возможность адаптировать (приспосабливать) структуру и законы движения мехатронной системы к изменяющимся условиям внешней среды и возмущающим воздействиям;
- способность системы управления к самообучению и накоплению знаний в процессе действий управляемой машины и их использование в последующих задачах управления;

Методические рекомендации по проведению лабораторных занятий

- применение процедур оптимизации на этапах планирования, программирования и исполнения всех функциональных движений машины;
- оценка качества выполняемых движений и диагностика фактического состояния управляемой машины и протекающих процессов в реальном времени;
- эффективное взаимодействие с человеком-оператором, использование его интеллекта как эксперта и навыков при планировании действий машины;
- иерархичность структуры системы с четким выделением функций, информационного обеспечения и обратных связей для каждого уровня управления;
- гибкое взаимодействие распределенных подсистем через компьютерные сети для достижения общих для всей системы целей управления;
- повышенные показатели гибкости, робастности и точности управления.

Иерархическая структура – это многоуровневый набор взаимодействующих подсистем, каждая из которых ответственна за решение определенной задачи и имеет доступ к сенсорной информации, необходимой для решения задач управления данного уровня.

В современных мехатронных системах, как правило, используется иерархия «сверху – вниз», когда нижний уровень полностью подчинен вышестоящим.

Рассмотрим иерархию управления, типичную для мехатронных (в частности, робототехнических) систем. Данная структура была предложена в работах академика Е. П. Попова. Выделяются четыре уровня управления: интеллектуальный, стратегический, тактический и исполнительный (рис. 1).

Интеллектуальный уровень – высший уровень управления в системе. Назначение этого уровня – принятие решений о движении механической системы в условиях неполной информации о внешней среде и объектах работ. Например, рассмотрим ситуацию, когда мобильный робот при движении в трубопроводе получает информацию от системы технического зрения о наличии препятствия. Возможные следующие постановки задачи движения:

- остановить движение и вернуться в исходную позицию;
- определить тип и характеристики препятствия и убрать обнаруженный объект;
- продолжить исполняемое движение, игнорируя наличие внешнего объекта.

Функции интеллектуального уровня в современных мехатронных системах обычно выполняет человек – оператор либо мощный компьютер верхнего уровня управления.

Стратегический уровень управления предназначен для планирования движений мехатронной системы. Планирование движений предполагает разбиение задачи движения, поставленной интеллектуальным уровнем, на последовательность согласованных во времени элементарных действий и формализацию целей управления для каждого из этих действий.

Примерами элементарных действий мобильного робота может служить:

- вывод рабочего органа в заданную позицию;
- захват предмета;
- тестовое движение для определения сил реакции со стороны объекта;
- транспортировка объекта и возвращение робота в исходную позицию.

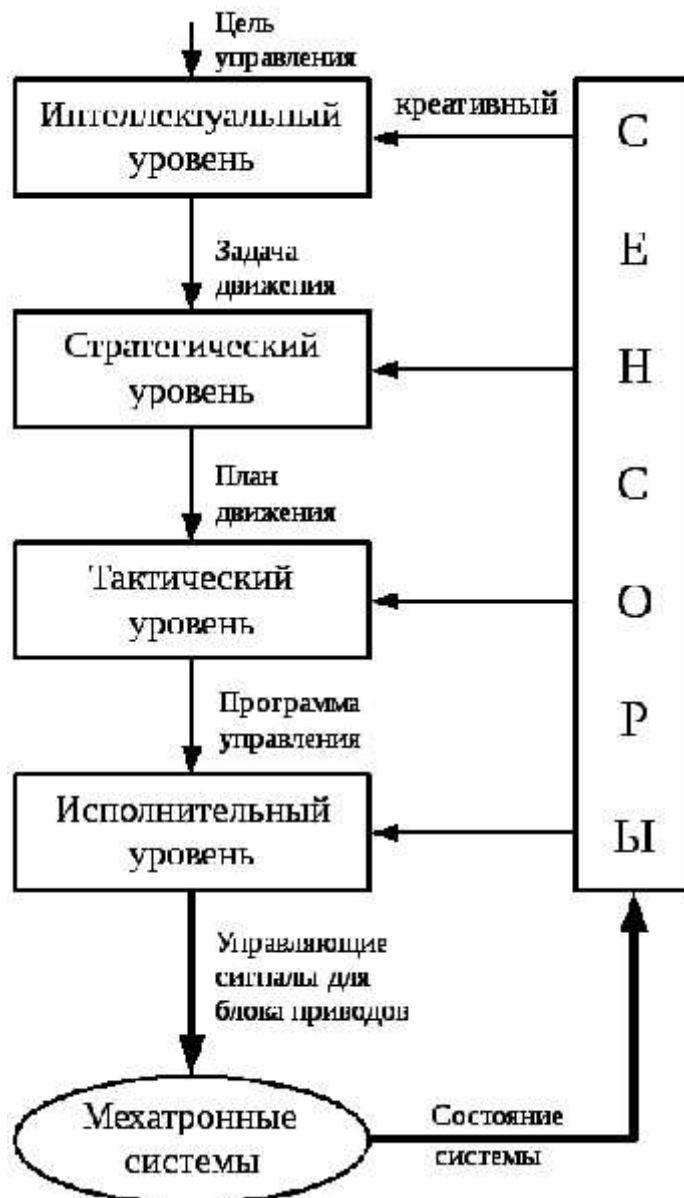


Рис.1. Уровни управления в мехатронных системах

Формализация целей управления означает, что для каждого из элементарных действий должны быть записаны математические соотношения, выполнение которых обеспечивает успешное выполнение действия. Для технологических роботов на стратегическом уровне решается задача геометрического планирования движения рабочего органа.

Стратегический уровень выдает информацию о плане движения и целях управления в форме команд управления движением. Важно подчеркнуть, что структура и форматы языков управления движением существенно отличаются от универсальных языков программирования (типа C++, Паскаль и т. п.), хотя отдельные операторы могут совпадать (например, операторы задания цикла и логические функции).

Тактический уровень выполняет преобразование команд управления движением, поступающих со стратегического уровня управления, в программу управления, которая определяет законы согласованного движения во времени всех звеньев механического устройства с учетом технических характеристик блока приводов (в первую очередь ограничений на обобщенные скорости, ускорения и силы).

На тактическом уровне необходимо определить обобщенные координаты манипулятора, которые соответствуют желаемым декартовым координатам характеристической точки схвата. Для этого должна быть решена обратная задача о положении манипулятора.

Для управления скоростью движения программа управления строится как результат решения обратной задачи о скорости рабочего органа. Для реализации данных алгоритмов устройство компьютерного управления должно выполнять в реальном времени следующие основные функции:

- прием информации от стратегического уровня в форме команд управления движением;
- прием и обработку информации от датчиков положения манипулятора о текущей конфигурации для расчета элементов матрицы Якоби;
- обращение матрицы Якоби;
- умножение обратной матрицы Якоби на вектор-столбец программной скорости рабочего органа;
- выдачу программы управления на исполнительный уровень.

Исполнительный уровень управления предназначен для расчета и выдачи управляющих сигналов на блок приводов мехатронной системы в соответствии с программой управления с учетом технических характеристик силовых преобразователей.

Для иерархических систем управления в мехатронике действует принцип, согласно которому по мере продвижения от высших к низшим уровням управления понижается интеллектуальность системы, но повышается ее точность. При этом под «интеллектуальностью» понимается способность системы приобретать специальные знания, позволяющие уточнить поставленную задачу и определить пути ее решения, а под «неточностью» – неопределенность в операциях по решению данной задачи.

Рассмотрим несколько примеров мехатронных модулей и систем с интеллектуальным управлением, обладающих некоторыми из перечисленных признаков.

Задание: изучить принципы построения систем интеллектуального управления в мехатронике

Литература:

1. Андреев С.М., Парсункин Б.Н.: Разработка и моделирование несложных систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов: учебное пособие для студ. сред. проф. образования - М.: «Издательский центр «Академия», 2016. – 272 с.
2. Шишмарев В.Ю. Типовые элементы систем автоматического управления: Учебник для сред. проф. образования / Владимир Юрьевич Шишмарев. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 304 с.
3. Введение в мехатронику: В 2-х кн. Учебное пособие / А. К. Тугенгольд, И. В. Богуславский, Е. А. Лукьянов, В. В. Мартынов, В. А. Герасимов, Ю. Б. Ивацевич, Н. Ф. Карнаухов.

Лабораторная работа №8

Тема: «Система управления исполнительного уровня»

Цель работы: изучить системы управления исполнительного уровня

Тип урока – лабораторное занятие.

Методы обучения – репродуктивный и поисковый

Ход работы:

Контроллеры движения являются устройствами управления исполнительного уровня согласно принятой иерархии управления движением мехатронных систем. Назначение устройства управления состоит в обеспечении заданных требований по устойчивости, точности и качеству переходных процессов в системе при достижении цели управления движением, которая поступает с тактического уровня управления. При этом необходимо учитывать специфику мехатронных объектов управления.

Структурная схема системы управления движением, реализуемая типовым контроллером, представлена на рисунке 1. В состав системы входят пять основных регуляторов: регулятор положения (РП), регулятор скорости (РС), регулятор момента сил или силы (РМ), регулятор прямой связи по скорости изменения управляющего воздействия (РПСС) и регулятор корректирующей связи по возмущающему воздействию (РСВВ).

Входными воздействиями для системы могут быть в зависимости от поставленной цели управления управляющие сигналы по положению q_p , скорости q_c , либо по развиваемому усилию q_m . В системе реализуется принцип замкнутого управления, что предусматривает наличие соответствующих обратных связей по фазовым координатам системы.

Наиболее общим является алгоритм ПИД-регулирования, когда выходной сигнал описывается выражением:

$$u(t) = K_p \cdot e(t) + K_d \cdot \frac{de}{dt} + K_i \int_0^t e(t) \cdot dt \quad (4.1)$$

где K_p , K_d , K_i – коэффициенты, соответственно, пропорциональной, дифференциальной и интегральной составляющих сигнала; $e(t)$ – сигнал ошибки в данном контуре управления (положения, скорости или момента). В конкретных случаях некоторые из этих коэффициентов можно положить равными нулю, фактически применяя упрощенные алгоритмы управления (П-алгоритм, ПИ-алгоритм и т. д.).

Традиционный подход предусматривает, что структура и коэффициенты всех корректирующих устройств определяются при проектировании системы и далее остаются фиксированными в процессе ее эксплуатации. В современных системах управления вид и параметры регуляторов автоматически модифицируются в зависимости от цели конкретного движения и условий, в которых оно фактически осуществляется. Это позволяет адаптировать (приспособить) движение мехатронной системы к начальной неопределенности и изменяющимся условиям работы. Следуя подходу проф. Я. З. Цыпкина, адаптация, по существу, есть оптимизация в условиях недостаточной априорной информации.

Адаптивная настройка регуляторов необходима, если введенные отрицательные обратные связи в исполнительных приводах не способны парировать влияние возмущающих воздействий и изменения параметров (и, возможно, структуры) объекта управления, которые вызывают недопустимое снижение показателей качества управляемого движения. Разработчик должен отдавать себе отчет в том, что адаптивные регуляторы по сравнению с традиционными, имеют существенно более сложную структуру и техническую реализацию, их проектирование требует решения целого ряда теоретических проблем управления. Поэтому решение о применении адаптивного регулятора в мехатронных системах автоматизированного машиностроения должно быть обязательно технологически и технически обосновано. Законы настройки регуляторов определяются либо набором алгоритмов и правил, сформулированным разработчиком на базе имеющегося опыта, либо на основании знаний, накопленных самой машиной в процессе анализа ее предшествующих действий.

Методические рекомендации по проведению лабораторных занятий

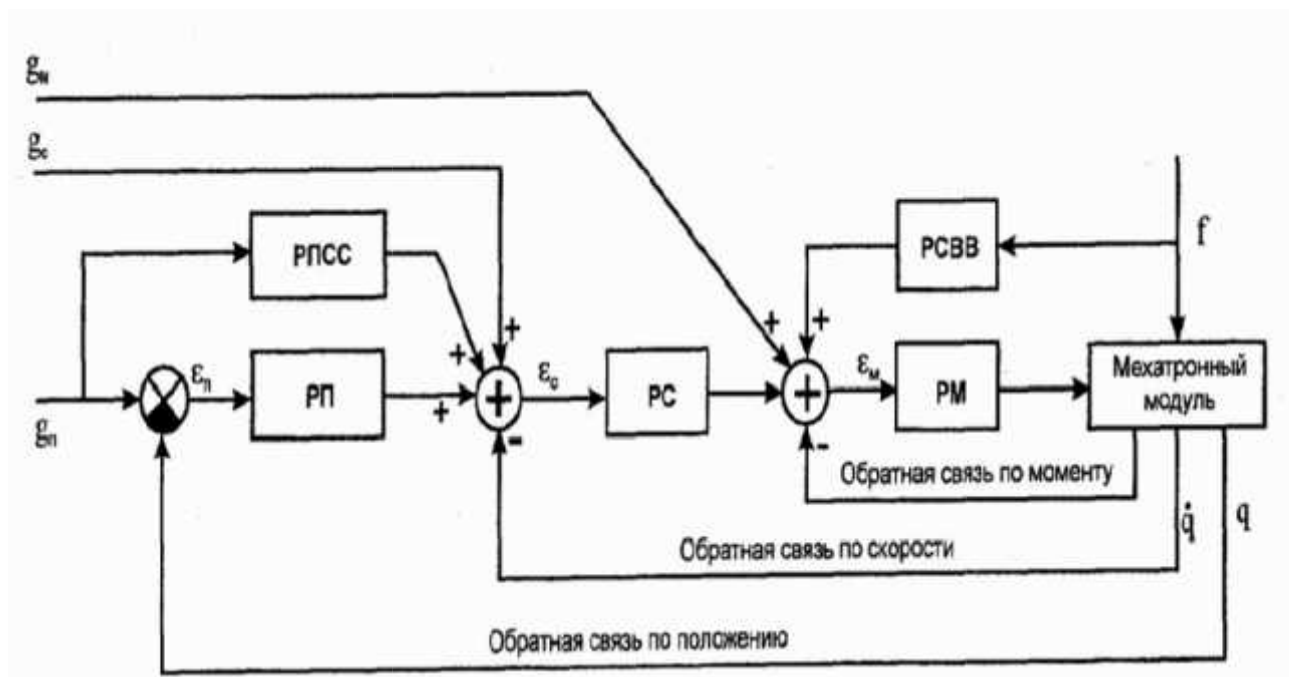


Рис 1. Структурная схема системы управления движением на исполнительном уровне:

$q, \dot{q}$ – обобщенные координата и скорость управляемого движения

Задание: изучить системы управления исполнительного уровня

Литература:

1. Андреев С.М., Парсункин Б.Н.: Разработка и моделирование несложных систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов: учебное пособие для студ. сред. проф. образования - М.: «Издательский центр «Академия», 2016. – 272 с.
2. Шишмарев В.Ю. Типовые элементы систем автоматического управления: Учебник для сред. проф. образования / Владимир Юрьевич Шишмарев. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 304 с.
3. Введение в мехатронику: В 2-х кн. Учебное пособие / А. К. Тугенгольд, И. В. Богуславский, Е. А. Лукьянов, В. В. Мартынов, В. А. Герасимов, Ю. Б. Ивацевич, Н. Ф. Карнаухов.

Лабораторная работа №9

Тема: «Изучение интеллектуального мехатронного модуля»

Цель работы: изучить интеллектуальный мехатронный модуль

Тип урока – лабораторное занятие.

Методы обучения – репродуктивный и поисковый

Ход работы:

Интеллектуальный мехатронный модуль состоит **из следующих основных элементов:**

- электродвигателя (хотя возможно использование движителей и других типов, например, гидравлических);
- механического преобразователя;
- датчиков обратной связи и сенсорных устройств;
- управляющего контроллера;
- силового преобразователя;
- устройств сопряжения и связи.

В современных ИММ используют различные типы электродвигателей: углового и линейного движения, переменного и постоянного тока, коллекторные и вентильные, непрерывного движения и шаговые.

В качестве преобразователей движения применяют зубчатые, винтовые и другие передачи. В конструкциях некоторых ИММ, построенных на базе высокомоментных двигателей, преобразователи движения отсутствуют.

В интеллектуальных мехатронных модулях используют различные датчики положения и скорости (фотоимпульсные, вращающиеся трансформаторы, тахогенераторы) и сенсоры (датчики тока и момента, температуры и вибрации), которые передают информацию в устройство компьютерного управления о фактическом состоянии подсистем модуля.

Встроенные управляющие контроллеры, реализованные на современной элементной базе, позволяют получить компактные и надежные мехатронные изделия, обладающие интеллектуальными функциями, и строить на их основе многокоординатные мехатронные системы с децентрализованным управлением. В сочетании с открытой архитектурой систем управления типа РС-НС это позволяет создать качественно новые системы управления, обладающие принципиально новыми характеристиками по быстродействию, точности и функциональной гибкости.

Принципиально важно, чтобы все перечисленные элементы были конструктивно объединены разработчиком в едином корпусе. При этом устройства связи становятся внутренними блоками, недоступными для пользователя.

Как пример, можно привести широко используемые мехатронные модули производства фирм Animatics Corp. (США) и SIEMENS (Германия), предназначенных для реализации движений по одной управляемой координате с возможностью свободного программирования последовательности движений.

В целом можно выделить три направления интеллектуализации мехатронных модулей движения:

- развитие интегрированных интерфейсов, связывающих управляющий контроллер с компьютером верхнего уровня в единый аппаратно-программный управляющий комплекс;
- создание интеллектуальных силовых модулей управления путем интеграции управляющих контроллеров и силовых преобразователей;
- разработка интеллектуальных сенсоров мехатронных модулей, которые дополнительно к обычным измерительным функциям осуществляют компьютерную обработку и преобразование сигналов по гибким программам.

В последнее время прослеживается тенденция использования современных методов интеллектуального управления мехатронных модулей движения (на уровне исполнительных систем).

Методические рекомендации по проведению лабораторных занятий

Германским институтом микромехатроники разработана концепция «интеллектуального вала двигателя». Идея данной концепции заключается во встраивании на валу двигателя дополнительных датчиков для измерения таких (традиционно считающихся второстепенными) параметров, как изгибающее усилие вала, напряжение кручения и воздействие вибраций. При этом обмен информацией и энергией осуществляется по радиоканалам.

На рис. 1 показана кинематическая схема интеллектуального мехатронного модуля, предназначенного для осуществления вальцовочных соединений при сборке современных устройств электрооборудования автомобилей (электробензонасосов, форсунок впрыска, датчиков электронных систем, катушек зажигания, реле и т. д.)

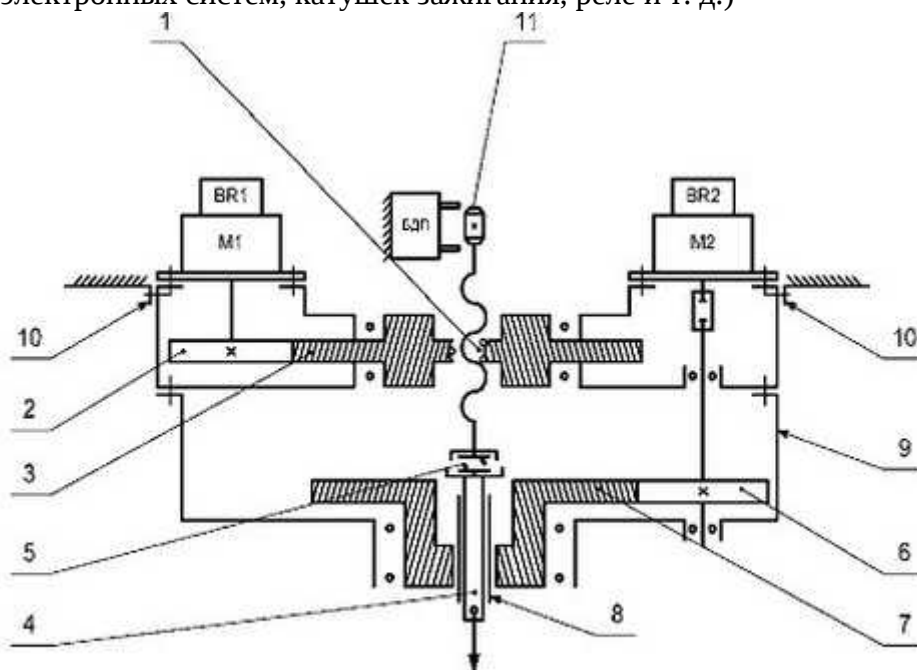


Рис. 1 . Кинематическая схема интеллектуального мехатронного модуля

Выходным звеном модуля является шарико-винтовая передача 1. Модуль содержит две параллельные кинематические цепи: вращения гайки от электродвигателя м1 с цилиндрической прямозубой передачей 2-3 и вращения ходового винта от электродвигателя м2 через шпиндель 4, связанной с винтом жесткой кулачковой муфтой 5, и с прямозубой цилиндрической передачей 6-7. Шестерня 7 выполнена полой, а передача вращения от нее шпинделю осуществляется за счет подвижного шлицевого соединения 8. Корпус 9 имеет проушины 10 для закрепления модуля в технологическом оборудовании, например, сборочном центре. Для измерения частоты вращения валов приводных электродвигателей используются тахогенераторы br1 и br2. Определение осевого положения ходового винта и соответственно шпинделя относительно корпуса модуля производится блоком датчиков положения БДП, подвижный элемент которого 11 закрепляется на верхнем конце ходового винта.

Модуль воспроизводит необходимые для сборки движения: поступательное перемещение шпинделя с вальцовочной головкой до контакта с изделием, винтовое движение вальцевания, вращательное движение обкатки и поступательное перемещение шпинделя вверх в исходное положение. Следует отметить возможность реверсирования осевого перемещения шпинделя без реверсирования приводных двигателей, что является дополнительным преимуществом мехатронного модуля, поскольку быстродействующее реверсирование электродвигателей, как известно, сопровождается существенными потерями электроэнергии. Указанные движения формируются соотношениями частот вращения винта и гайки.

Определение конкретных закономерностей изменения частот вращения на каждом этапе выполнения соединения является самостоятельной задачей алгоритмического обеспечения (АО) управления процессом.

Задание: изучить интеллектуальный мехатронный модуль

Литература:

1. Андреев С.М., Парсункин Б.Н.: Разработка и моделирование несложных систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов: учебное пособие для студ. сред. проф. образования - М.: «Издательский центр «Академия», 2016. – 272 с.
2. Шишмарев В.Ю. Типовые элементы систем автоматического управления: Учебник для сред. проф. Образования / Владимир Юрьевич Шишмарев. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 304 с.
3. Введение в мехатронику: В 2-х кн. Учебное пособие / А. К. Тугенгольд, И. В. Богуславский, Е. А. Лукьянов, В. В. Мартынов, В. А. Герасимов, Ю. Б. Ивацевич, Н. Ф. Карнаухов.

Лабораторная работа №10

Тема: «Мехатронные технологические машины в машиностроении»

Цель работы: изучить мехатронные технологические машины в машиностроении

Тип урока – лабораторное занятие.

Методы обучения – репродуктивный и поисковый

Ход работы:

Построение диагностического прогноза в развитие машиностроения и выбор основных тенденций и стратегий его развития концентрируется на:

1. Интеграции технологий и знаний
2. Интеллектуализации производственных технологий
3. Мехатронных технологий машинах и роботах
4. Сквозных информационных систем

Во многих областях техники МС приходят на смену традиционным механическим машинам, которые уже не соответствуют современным качественным требованиям. Мехатронный подход в построении машин нового поколения заключается в переносе функциональной нагрузки от механических узлов к интеллектуальным, электронным, компьютерным информационным компонентам, которые легко перепрограммируются под новую задачу и при этом являются относительно дешевыми. Анализ производственных машин показывает, что доля механической части сократилась с 70% в начале 90-х годов до 25-30% в настоящее время. Принципиально важно подчеркнуть, что мехатронный подход в проектировании предполагает не расширение, а именно замещение функций традиционно выполняемые механическими элементами системы на электронные и компьютерные блоки.

Принципиально важно, что тенденция перехода от чисто механических к мехатронным технологиям в современном машиностроении не закрывает механику. Наоборот стимулирует ее развитие на фоне с интеллектуальными компонентами в рамках единой мехатронной системы. Системный подход диктует новые требования к встроенным механическим и гибридным компонентам, что в свою очередь ведет к развитию новых технологий и конструкторских решений в области механики.

Уровни интеграции мехатронных систем

В качестве основного классификационного признака в мехатронике представляется целесообразным принять уровень интеграции составляющих элементов. В соответствии с этим признаком можно разделять мехатронные системы по уровням или по поколениям, если рассматривать их появление на рынке наукоемкой продукции исторически. Мехатронные модули первого уровня представляют собой объединении только двух исходных элементов. Типичным примером модуля первого поколения может служить "мотор-редуктор", где

механический редуктор и управляемый двигатель выпускаются как единый функциональный элемент.

Мехатронные системы на основе этих модулей нашли широкое применение при создании различных средств комплексной автоматизации производства (конвейеров, транспортеров, поворотных столов, вспомогательных манипуляторов).

Мехатронные модули второго уровня появились в 80-х годах в связи с развитием новых электронных технологий, которые позволили создать миниатюрные датчики и электронные блоки для обработки их сигналов. Объединение приводных модулей с указанными элементами привела к появлению мехатронных модулей движения, состав которых полностью соответствует введенному выше определению, когда достигнута интеграция трех устройств различной физической природы: механических, электротехнических и электронных. На базе мехатронных модулей данного класса созданы управляемые энергетические машины (турбины и генераторы), станки и промышленные роботы с числовым программным управлением. Развитие третьего поколения мехатронных систем обусловлено появлением на рынке сравнительно недорогих микропроцессоров и контроллеров на их базе и направлено на интеллектуализацию всех процессов, протекающих в мехатронной системе, в первую очередь - процесса управления функциональными движениями машин и агрегатов. Одновременно идет разработка новых принципов и технологий изготовления высокоточных и компактных механических узлов, а также новых типов электродвигателей (в первую очередь высокомоментных, бесколлекторных и линейных), датчиков обратной связи и информации. Синтез новых прецизионных, информационных и измерительных наукоемких технологий дает основу для проектирования и изготовления интеллектуальных мехатронных модулей и систем. В дальнейшем мехатронные машины и системы будут объединяться в мехатронные комплексы на базе единых интеграционных платформ.

Цель создания таких комплексов - добиться сочетания высокой производительности и одновременно гибкости технико-технологической среды за счет возможности ее реконфигурации, что позволит обеспечить конкурентоспособность и высокое качество выпускаемой продукции на рынках XXI века.

Современные тенденции развития мехатронных систем

Объемы мирового производства мехатронных устройств ежегодно увеличиваются, охватывая все новые сферы. Сегодня мехатронные модули и системы находят широкое применение в следующих областях:

- станкостроение и оборудование для автоматизации технологических процессов;
- робототехника(промышленная и специальная);
- авиационная, космическая и военная техника;
- автомобилестроение(например, антиблокировочные системы тормозов, системы стабилизации движения автомобиля и автоматической парковки);
- нетрадиционные транспортные средства(электровелосипеды, грузовые тележки, электророллеры, инвалидные коляски);
- офисная техника(например, копировальные и факсимильные аппараты);
- элементы вычислительной техники (например, принтеры, плоттеры, дисководы);
- медицинское оборудование (реабилитационное, клиническое, сервисное);
- бытовая техника (стиральные, швейные, посудомоечные и другие машины);
- микромашины (для медицины, биотехнологии, средств телекоммуникации);
- контрольно-измерительные устройства и машины;
- фото- и видеотехника;
- тренажеры для подготовки пилотов и операторов;
- шоу-индустрия (системы звукового и светового оформления).

Задание: изучить мехатронные технологические машины в машиностроении

Литература:

Методические рекомендации по проведению лабораторных занятий

1. Андреев С.М., Парсункин Б.Н.: Разработка и моделирование несложных систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов: учебное пособие для студ. сред. проф. образования - М.: «Издательский центр «Академия», 2016. – 272 с.
2. Шишмарев В.Ю. Типовые элементы систем автоматического управления: Учебник для сред. проф. образования / Владимир Юрьевич Шишмарев. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 304 с.
3. Введение в мехатронику: В 2-х кн. Учебное пособие / А. К. Тугенгольд, И. В. Богуславский, Е. А. Лукьянов, В. В. Мартынов, В. А. Герасимов, Ю. Б. Ивацевич, Н. Ф. Карнаухов.

Список использованных источников

Основные учебные издания:

1. Александровская А.Н. Автоматика: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования – 3-е изд., стер – М.: «Издательский центр «Академия», 2018. – 256с.
2. Шишмарев В.Ю. Автоматизация технологических процессов : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования – 3-е изд., стер – М.: «Издательский центр «Академия», 2018. – 352с.
3. Шишмарев В.Ю. Типовые элементы систем автоматического управления: Учебник для сред. проф. образования / Владимир Юрьевич Шишмарев. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 304с.

Дополнительные учебные издания:

4. Шишмарев В.Ю. Автоматика: Учебник для сред. проф. образования / Владимир Юрьевич Шишмарев. – М.: Издательский центр «Академия», 2017. – 288 с.
5. Келим Ю.М. Типовые элементы систем автоматического управления. Учебное пособие для студентов учреждений среднего профессионального образования. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 201, 384 с.: ил. – (Серия «Профессиональное образование»).
6. Мехатроника: Пер с япон. / Исии Х., Иноуэ Х., Симояма И. и др. — М.: Мир, 1988. — С. 318.
7. Введение в мехатронику: В 2-х кн. Учебное пособие / [А. К. Тугенгольд](#), [И. В. Богуславский](#), [Е. А. Лукьянов](#), [В. В. Мартынов](#), [В. А. Герасимов](#), [Ю. Б. Ивацевич](#), [Н. Ф. Карнаухов](#), В. А. Череватенко. Под ред. А. К. Тугенгольда. — Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2017.
8. Карнаухов Н. Ф. Электромеханические и мехатронные системы. — Ростов н/Д: Феникс, 2016. — 320 с. — (Высшее образование). — 3000 экз.
9. [Подураев Ю. В.](#) Мехатроника. Основы, методы, применение. — 2-е изд., перераб и доп. — М.: Машиностроение, 2007. — С. 256. — [ISBN 978-5-217-03388-1](#)
10. Шандров Б.В. Автоматизация производства (металлообработка): Учебник для нач. проф. образования / Б.В. Шандров, А.А. Шапарин, А.Д. Чудаков. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – 256 с.