

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение высшего образования
«Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»**

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой УИ

_____ Г.Н.Нариманова
"___" _____ 2016 г.

Вводится в действие с "___" _____ 20 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

по дисциплине

Управление мехатронными и робототехническими системами

Составлена кафедрой

Управление инновациями

Для студентов, обучающихся
по направлению подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника»

Форма обучения

очная

Составитель доцент кафедры
Управление инновациями, к.ф-м.н.

Антипин М.Е.

" 7 " ноября 2016 г

Томск 2016 г.

Содержание

Введение.....	3
Общие требования	3
Техническое обеспечение практических работ	4
Прием результатов выполнения практических заданий.....	4
План практических занятий.....	5
Занятие 1.....	5
Занятие 2.....	5
Занятие 3.....	5
Занятие 4.....	6
Занятие 5.....	6
Занятие 6.....	6
Занятие 7.....	6
Занятие 8.....	7
Занятие 9.....	7
Занятие 10.....	7
Занятие 11.....	7
Занятие 12.....	7
Занятие 13.....	8
Занятие 14.....	8
Занятие 15.....	8
Занятие 16.....	8
Занятие 17.....	8
Занятие 18.....	9
Библиографический список.....	9

Введение

Практические занятия предназначены для закрепления материала, полученного в лекционном курсе, самостоятельного изучения и обсуждения материалов дисциплины, предусмотренных рабочей программой. Полученные навыки и знания могут быть полезны при проектировании и разработке мехатронных и робототехнических систем.

Общие требования

Практические занятия проводятся согласно учебному расписанию отдельно для каждой группы студентов очной формы обучения. В ходе практических занятий студент участвует в обсуждении темы, обозначенной на предыдущем занятии и выполняет практические задания, полученные от преподавателя. Практические задания выполняются студентами очной формы обучения индивидуально под контролем со стороны преподавателя. Все консультации осуществляются преподавателем.

Во время проведения практических занятий студентам в аудитории запрещается:

- Разговаривать между собой на любые темы без разрешения преподавателя.
- Консультировать друг друга.
- Передавать друг другу материалы, являющиеся результатом выполнения заданий.
- Производить шум, мешающий остальным сосредоточиться на выполнении задания.
- Пользоваться наушниками, берушами и другими приспособлениями, не позволяющими отчетливо слышать указания преподавателя.
- Читать литературу, конспекты и другие записи, не относящиеся к изучаемому предмету.
- Находиться в помещении аудитории в верхней одежде, если температура выше 18°C.
- Приносить верхнюю одежду с собой и размещать ее на стуле/столе, если в учебном корпусе работает гардероб.

В случае однократного нарушения преподаватель должен предупредить студента. При повторном нарушении в течении одного занятия студент из аудитории удаляется.

Студент имеет право:

- Выходить из аудитории не спрашивая разрешения у преподавателя.

- Самостоятельно распределять аудиторное время, определяя необходимость перерыва или непрерывной работы.
- Просить консультации у преподавателя, если он в текущий момент не распределяет задания, не принимает выполненные работы и не консультирует другого студента.

Преподаватель, давая консультацию студенту, указывает раздел технической документации или методической литературы, в которой имеется ответ на вопрос студента. Если необходимые сведения в документации и литературе отсутствуют, то преподаватель должен дать устные пояснения или продемонстрировать практические действия, приводящие к требуемому результату, с последующей отменой для повторения студентом.

Техническое обеспечение практических работ

Для выполнения практического задания студенту предоставляется индивидуальное рабочее место, в состав которого входят:

- персональный компьютер с доступом в сеть Internet;
- современный графический редактор для разработки моделей и схем.

Прием результатов выполнения практических заданий

За выполнение каждого задания преподаватель выставляет студенту оценку по четырехбалльной системе. Оценка выполнения задания складывается из трех равнозначных компонентов:

1. Время выполнения задания. Фиксируется с момента получения задания до момента сдачи отчета. Измеряется в астрономических часах. Сравнивается с нормативным временем выполнения.
2. Полнота и правильность выполнения задания. Экспертная оценка преподавателя.
3. Аккуратность при выполнении текстовых и графических материалов.

Во время приема выполненной работы преподаватель вправе требовать у студента обоснования представленных материалов.

Преподаватель должен объявить студенту поставленную ему оценку за выполнение задания, а в случае возникновения непонимания, объяснить причины ее выставления. В случае, если оценка ниже 2 баллов, студент имеет право повторно предъявить результат выполнения, но не более двух раз. При этом для вычисления оценки время, затраченное на исправление, прибавляется к общему времени выполнения задания.

Выставленная оценка влияет на оценку студента по контрольной точке и среднюю оценку за практические занятия.

До конца семестра студент должен получить оценку по всем заданиям, предусмотренным настоящими указаниями. За работы, результаты выполнения которых не были предъявлены преподавателю для оценивания,

выставляется оценка 0 (нуль) баллов. Студенты, имеющие среднюю оценку за практические занятия ниже 3 баллов, к сдаче экзамена по предмету не допускаются.

План практических занятий

Задания выполняются последовательно. Приступать к следующему занятию студент имеет право, только предъявив для оценивания результат выполнения предыдущего задания.

Занятие 1

Тема занятия: Рабочие зоны манипуляторов. Обобщенные координаты. Преобразование системы координат.

Вид занятия: Решение задач.

Задание 1: Найти координаты схвата манипулятора с цилиндрической рабочей зоной в декартовой системе отсчета по заданным обобщенным координатам.

Задание 2: Найти обобщенные координаты манипулятора с цилиндрической рабочей зоной по заданным координатам схвата в декартовой системе отсчета.

Задание 3: Найти координаты схвата манипулятора с цилиндрической рабочей зоной в декартовой системе отсчета по заданным обобщенным координатам.

Задание 4: Найти обобщенные координаты манипулятора с цилиндрической рабочей зоной по заданным координатам схвата в декартовой системе отсчета.

Задание 5: Найти матрицу поворота для связанной системы отсчета.

Занятие 2

Тема занятия: Преобразование системы координат. Система координат Денавита-Хартенберга

Вид занятия: Решение задач.

Задание 1: Найти матрицу смещения для связанной системы координат.

Задание 2: Построить связанные системы координат по правилам Денавита-Хартенберга для трехкоординатного манипулятора с цилиндрической рабочей зоной.

Задание 3: Вычислить матрицу преобразования координат схвата из системы обобщенных координат в декартову.

Задание 4: Найти скорость и ускорение схвата манипулятора в декартовой системе координат по заданным обобщенным координатам и скоростям их изменения.

Занятие 3

Тема занятия: Преобразование системы координат для манипулятора Пума.

Вид занятия: Решение задач.

Задание 1: Найти матрицу преобразования связанной системы координат для случая поворотного сочленения.

Задание 2: Вычислить матрицу преобразования обобщенных координат в декартовы для манипулятора Пума.

Задание 3: Вычислить обобщенные координаты схвата манипулятора Пума по заданным декартовым координатам.

Занятие 4

Тема занятия: Уравнение динамики манипулятора в форме Лагранжа.

Вид занятия: Решение задач.

Задание 1: Найти кинетическую и потенциальную энергию поступательного звена манипулятора в связанной системе Денавита-Хартенберга. Записать уравнение движения звена.

Задание 2: Найти кинетическую и потенциальную энергию вращательного звена манипулятора в связанной системе Денавита-Хартенберга. Записать уравнение движения звена.

Занятие 5

Тема занятия: Уравнение динамики манипулятора в форме Ньютона.

Вид занятия: Решение задач.

Задание 1: Записать уравнение движения однокоординатного манипулятора с поступательной степенью свободы в форме Ньютона и найти его общее решение.

Задание 2: Записать уравнение движения однокоординатного манипулятора с вращательной степенью свободы в форме Ньютона и найти его общее решение.

Занятие 6

Тема занятия: Уравнение динамики манипулятора в форме Даламбера.

Вид занятия: Решение задач.

Задание 1: Записать уравнение движения второго звена трехзвенного поворотного манипулятора, используя принцип Даламбера.

Задание 2: Составить рекуррентную вычислительную схему для положения схвата углового манипулятора, используя уравнения движения в форме Даламбера.

Занятие 7

Тема занятия: Дискретное цикловое управление.

Вид занятия: Решение задач.

Задание 1: Рассчитать оптимальное время разгона поступательного звена силой F , обеспечивающее полное торможение вязким демпфером длиной L и коэффициентом вязкого трения μ .

Задание 2: Рассчитать точное время разгона резонансного поступательного звена силой F , обеспечивающее полное сжатие пружины длиной L и жесткостью K .

Занятие 8

Тема занятия: Взаимовлияние степеней свободы манипулятора.

Вид занятия: Решение задач.

Задание: Рассчитать работу, затрачиваемую на перемещение схвата массы m манипулятора с цилиндрической рабочей зоной и цикловым управлением из точки с координатами $(Z_1, L, 0)$ в точку (Z_1, L, ϕ) в следующих вариантах:

- путем поворота стрелы на угол ϕ
- по траектории $(Z_1, L, 0) \rightarrow (Z_1, 0, 0) \rightarrow (Z_1, 0, \phi) \rightarrow (Z_1, L, \phi)$
- по траектории $(Z_1, L, 0) \rightarrow (Z_1, 0, 0) \rightarrow (Z_1, L, \phi)$

Сравнить между собой полученные результаты и выбрать оптимальный путь

Занятие 9

Тема занятия: Расчет траектории движения манипулятора.

Вид занятия: Решение задач.

Задание: Рассчитать коэффициенты 4-3-4 траектории движения поступательного звена манипулятора, если ускоряющая сила равна F , масса схвата m , замедляющая сила f , коэффициент трения k , а переместить схват требуется точно на расстояние L .

Занятие 10

Тема занятия: Расчет управляющих параметров двигателя постоянного тока.

Вид занятия: Решение задач.

Задание 1: Рассчитать момент τ на валу двигателя для придания ускорения γ поворотному звену манипулятора, если передаточное отношение равно 2, момент инерции двигателя j , момент инерции звена J , коэффициент вязкого трения двигателя f_j , звена F .

Задание 2: Вычислить ток нагрузки двигателя для создания момента τ , если напряжение в цепи питания U , активное сопротивление R , а индуктивность L .

Занятие 11

Тема занятия: Условия устойчивости системы управления.

Вид занятия: Решение задач.

Задание 1: Найти частотные характеристики однозвенного манипулятора с поворотным сочленением.

Задание 2: Найти условия устойчивости для однозвенного манипулятора с поворотным сочленением. Пользуясь критерием Гурвица.

Занятие 12

Тема занятия: Динамические характеристики манипулятора.

Вид занятия: Решение задач.

Задание 1: Рассчитать эллипсоид допустимых ускорений схвата манипулятора массой m с цилиндрической рабочей зоной вблизи границы зоны. Длина стрелы L , момент привода поворота τ , сила перемещения по

стреле f , сила подъема стрелы F . Стрелу считать невесомой. Силой тяжести пренебречь.

Задание 2: Вычислить динамическую манипулятивность и равномерность распределения векторов ускорения по результатам выполнения задания 1.

Занятие 13

Тема занятия: Синтез конечных автоматов.

Задание 1. Нарисовать граф, составить автоматную таблицу и секвенции для DC-триггера. Составить схему триггера с использованием комбинационных автоматов.

Задание 2. Нарисовать граф, составить автоматную таблицу и секвенции для кодового замка с исправлением единичной ошибки. Составить схему кодового замка с использованием комбинационных автоматов.

Требования к кодовому замку:

1. Срабатывание при последовательном нажатии трех кнопок из 10.
2. Срабатывание в том случае, если один из трех символов был набран неправильно.

Занятие 14

Тема занятия: реализация конечных автоматов:

Задание 1: Реализовать в программе Logisim DC-триггер. См. задание к занятию 13.

Задание 2: Реализовать в программе Logisim кодовый замок. См. задание к занятию 13.

Занятие 15

Тема занятия: Синтез конечных автоматов.

Задание. Нарисовать граф, составить автоматную таблицу и секвенции для автомата по продаже газированной воды.

Требования к системе:

1. Прием монет номиналом 1, 2, 5 и 10 рублей.
2. Выдача воды при наборе 15 рублей.
3. Выдача воды и сдачи при наборе более 15 рублей.

Занятие 16

Тема занятия: реализация конечных автоматов:

Задание: Реализовать в программе Logisim автомат по продаже газированной воды. См. задание к занятию 15.

Составить протокол испытания системы.

Занятие 17

Тема занятия: Синтез конечных автоматов.

Задание. Нарисовать граф, составить автоматную таблицу и секвенции для интеллектуальной системы управления лифтом в четырехэтажном доме.

Требования к системе:

4. Обеспечить перемещение кабины только при закрытых дверях.
5. Обеспечить открытие дверей лифта при достижении нужного этажа.
6. Обеспечить приоритет кнопок управления из кабины над кнопками управления на этажах.
7. Реализовать интеллектуальный алгоритм подбора пассажиров на промежуточных этажах.

Занятие 18

Тема занятия: Реализация конечных автоматов

Задание: в программе Logisim реализовать интеллектуальную систему управления лифтом для четырехэтажного дома. См. задание к занятию 17. Составить протокол испытания системы.

Библиографический список

- Основы робототехники [Текст] : учебное пособие для вузов / Е. И. Юревич. - 3-е изд. - СПб. : БХВ-Петербург, 2010. - 360 с.. (19 экз. в библиотеке ТУСУРа)
- Робототехника : Учебное пособие / Ю. И. Сулимов ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра промышленной электроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 99 с. (70 экз. в библиотеке ТУСУРа)
- Системы управления движением колесных роботов : учебное пособие / Сергей Федорович Бурдаков, Илья Васильевич Мирошник, Ростислав Эдуардович Стельмаков. - СПб. : Наука, 2001. - 232 с. (8 экз. в библиотеке ТУСУРа)
- Проектирование манипуляторов промышленных роботов и роботизированных комплексов [Текст] : учебное пособие для вузов / С. Ф. Бурдаков, В. А. Дьяченко, А. Н. Тимофеев. - М. : Высшая школа, 1986. - 264 с. (5 экз. в библиотеке ТУСУРа)
- Элементы теории роботов. Механика и управление [Текст] : учебное пособие / С. Ф. Бурдаков. - Л. : ЛПИ, 1985. - 88 с. (1 экз. в библиотеке ТУСУРа)